



PREDIKCE DÉLKOVÝCH ZMĚN TĚLESNÝCH ROZMĚRŮ LIDSKÉHO TĚLA V DYNAMICKÝCH POZICÍCH

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil

Studijní obor: 3107R013 – Management obchodu s oděvy

Autor práce: **Kateřina Šíchová**

Vedoucí práce: Ing. Renáta Nemčoková

| | |
|------------------------|----|
| POČET STRAN TEXTU..... | 35 |
| POČET OBRÁZKŮ..... | 72 |
| POČET TABULEK..... | 78 |
| POČET PŘÍLOH..... | 9 |





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Textile Engineering



THE PREDICTION OF LENGTH CHANGES BODY DIMENSIONS OF THE HUMAN BODY IN DYNAMIC POSITIONS

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil

Study branch: 3107R013 – Management of clothing trade

Author: **Kateřina Šíchová**

Supervisor: Ing. Renáta Nemčoková



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Šíchová**
Osobní číslo: **T11000406**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Management obchodu s oděvy**
Název tématu: **Predikce délkových změn tělesných rozměrů lidského těla v dynamických pozicích**
Zadávací katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zpracujte rešerši týkající se proporcí a rozměrové charakteristiky lidského těla.
2. Provedte konstrukci plošné makety lidského těla v AutoCadu na vybrané osoby pro aplikaci měření tělesných rozměrů na probandovi.
3. Navrhněte způsob využití plošné makety lidského těla pro predikci tělesných rozměrů, zejména dynamických. Výsledné hodnoty získané z makety porovnejte s tělesnými rozměry probanda měřeními dle normy ČSN 80 0090 a výsledky fotografického záznamu.
4. Posuďte možnosti jednotlivých metod pro predikci tělesných rozměrů v dynamických pozicích.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- FETTER, V. A KOL. Antropologie. Praha: Academia, 1967
- ZRZAVÝ, J. Anatomie pro výtvarníky. Praha: Avicenum, 1977
- KLEMENTA, J a kol. Somatometrie. sbor. prací ped. fak. . Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 1977
- SONG, G. (2011), Improving Comfort in Clothing, Woodhead Publishing, Cambridge England ISBN-13: 978-1845695392, pp.278-302
- LINC, R., FLEISCHMANN, J. Anatomie pohybového ústrojí. Praha: SZN, 1962
- ČSN 80 0090. Metodika měření tělesných rozměrů mužů, žen, chlapců a dívek.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Renáta Nemčoková

Katedra oděvnictví

Datum zadání bakalářské práce: 2. listopadu 2013

Termín odevzdání bakalářské práce: 19. května 2014

Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 2. listopadu 2013

Technická univerzita v Liberci
Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
Katedra oděvnictví, FT
Studentská 2
461 17 Liberec

ŽÁDOST

Žádám o prodloužení termínu odevzdání bakalářské práce do: leden 2015


Název bakalářské práce: Predikce deformačních změn tělesných rozměrů lidského těla v dynamických pozicích


Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Renáta Nemčoková

Jméno, příjmení a adresa žadatele: Kateřina Šíchorová
Wassermannova 1039
Praha 5, Hlubočepy, 152 00

Podpis žadatele: Šíchorová

Datum podání žádosti: 15.4. 2014

Vyjádření vedoucího práce: Souhlasu. 

Vyjádření vedoucího katedry: Souhlas
23/IV/2014 

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra oděvnictví

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

Poděkování

Bakalářská práce vznikla pod vedením Ing. Renáty Nemčokové, které bych na tomto místě ráda poděkovala za cenné rady a připomínky. Dále bych ráda poděkovala své rodině a především prarodičům za podporu během studia.

Anotace

Předmětem bakalářské práce je využití makety lidského těla k predikování délkových změn tělesných rozměrů lidského těla v dynamických pozicích. V teoretické části práce jsou shrnuty poznatky o proporcích lidského těla, z antropologie, somatometrie a poznatky o pohyblivosti páteře a celého těla. Ze získaných poznatků vychází experimentální část práce, ve které je provedena plošná konstrukce makety lidského těla na vybrané probandy. Na základě konstrukcí 2D modelů je provedeno několik druhů měření a posuzování délkových změn tělesných rozměrů. Ze závěrečných výsledků je navrženo použití experimentu v konkrétních případech lidské činnosti.

Klíčová slova: somatometrie, maketa lidského těla, obrazová analýza, dynamické rozměry

Annotation

The subject of the bachelor work is the use of a two dimensional scale model of the human body to predict the change of the body's proportions in dynamic positions. The theoretical part of the work includes a summary of knowledge about human body proportions from various fields such as anthropology and somatometry, as well as information about the mobility of the spine and the rest of the body. This general knowledge informs the experimental part of the work, in which a 2D scale model is constructed on the basis of chosen subjects. These models are then used as the basis of several kinds of measurements and assessments of changes in length of human measurements. The conclusion suggests use of this experiment for various concrete examples of human activity.

Key words: somatometry, scale model of the human body, analysis of the image, dynamic proportions

Obsah

| | |
|---|----|
| Úvod | 13 |
| 1 Proporce lidského těla | 14 |
| 1.1 Proporce | 14 |
| 1.2 Kollmannův kánon | 14 |
| 1.3 Bammesův kánon | 16 |
| 2 Antropologie..... | 17 |
| 2.1 Aplikovaná antropologie a ergonomika | 17 |
| 3 Somatometrie | 18 |
| 3.1 Somatometrické body | 18 |
| 3.2 Tělesné rozměry | 19 |
| 3.2.1 Postup měření statických tělesných rozměrů | 19 |
| 3.2.2 Postup měření dynamických tělesných rozměrů | 20 |
| 4 Prostředky a metody měření..... | 21 |
| 4.1 Prostředky měření tělesných rozměrů | 21 |
| 4.2 Metody měření tělesných rozměrů | 21 |
| 4.2.1 Kontaktní metoda | 22 |
| 4.2.2 Bezkontaktní metoda..... | 22 |
| 4.2.3 Zjištění rozměrů na základě fotografie..... | 23 |
| 5 Poloha bederní páteře | 25 |
| 5.1 Stavba a zakřivení páteře | 25 |
| 5.2 Funkční anatomie páteře..... | 26 |
| 6 Tělo v klidu a v pohybu..... | 28 |
| 6.1 Fyziologie normálního stoje | 28 |
| 6.2 Fyziologie vzpřímeného sedu | 28 |
| 6.3 Fyziologie shýbání a ohýbání | 30 |
| 7 Projektování makety lidského těla | 31 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.1 | Postup hotovení makety individuálních rozměrů | 31 |
| 7.1.1 | Proporce lidské makety | 31 |
| 7.1.2 | Proporce úseků lidského těla..... | 33 |
| 7.2 | Výpočet individuálních proporcí dle Dr. Maška | 35 |
| 7.2.1 | Postup výpočtu individuálních proporcí | 35 |
| 7.2.2 | Porovnání metod výpočtu..... | 37 |
| 7.3 | Zhotovení makety lidského těla..... | 38 |
| 7.4 | Polohování makety lidského těla | 39 |
| 7.5 | Maketa zhotovená na postavu individuálních proporcí | 42 |
| 7.6 | Maketa zhotovená dle proporcí probanda ženského pohlaví..... | 42 |
| 8 | Porovnání metod měření tělesných rozměrů | 44 |
| 8.1 | Klasická metoda a zjištění rozměrů na základě fotografie probanda | 44 |
| 8.2 | Klasická metoda a maketa lidského těla..... | 45 |
| 8.3 | Zhodnocení použitých metod | 46 |
| 9 | Návrh využití experimentu..... | 47 |
| 9.1 | Navrhování sedacího nábytku | 47 |
| 9.2 | Navrhování sportovních oděvů..... | 47 |
| | Závěr..... | 48 |
| | Zdroje: | 49 |
| | Seznam příloh..... | 50 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek č. 1 Kollmannova plastická anatomie pro výškové proporce dospělého muže [2] ... | 15 |
| Obrázek č. 2 Kánon Bammesův - pro muže a ženu [1]..... | 16 |
| Obrázek č. 3 Ukázka fotografovaného probanda s kalibračním měřítkem | 23 |
| Obrázek č. 4 Výška postavy na fotografii | 24 |
| Obrázek č. 5 Výška postavy vsedě na fotografii | 24 |
| Obrázek č. 6 Dynamická výška trupu a prodloužení délky dolní končetiny 1..... | 24 |
| Obrázek č. 7 Boční hloubka sedu vsedě a prodloužení dolní končetiny 2..... | 24 |
| Obrázek č. 8 Správné zakřivení páteře [8] | 25 |
| Obrázek č. 9 Stavba páteře [8] | 26 |
| Obrázek č. 10 Zakřivení páteře: a) správné zakřivení, b) hyperkyfóza, c) hyperlordóza, d) plochá záda, e) skolióza [10]..... | 27 |
| Obrázek č. 11 Normální stoj [1]..... | 29 |
| Obrázek č. 12 Správný sed [11] | 29 |
| Obrázek č. 13 Předkloněný trup [1] | 29 |
| Obrázek č. 14 Zakloněný trup [1] | 29 |
| Obrázek č. 15 Zhotovení makety a porovnání s fotografií probanda..... | 38 |
| Obrázek č. 16 Polohování makety - poloha 1 | 40 |
| Obrázek č. 17 Polohování makety - poloha 2 | 40 |
| Obrázek č. 18 Polohování makety - poloha 3 | 41 |
| Obrázek č. 19 Polohování makety - poloha 4 | 41 |
| Obrázek č. 20 Porovnání makety muže a ženy | 43 |
| Obrázek č. 21 Konstrukce modelu lidského těla - Hlava..... | 60 |
| Obrázek č. 22 Konstrukce modelu lidského těla – Krk..... | 61 |
| Obrázek č. 23 Konstrukce modelu lidského těla - Horní trup..... | 63 |
| Obrázek č. 24 Konstrukce modelu lidského těla – Střední trup..... | 64 |
| Obrázek č. 25 Konstrukce modelu lidského těla - Spodní trup..... | 66 |
| Obrázek č. 26 Konstrukce modelu lidského těla – Rameno | 68 |
| Obrázek č. 27 Konstrukce modelu lidského těla – Předloktí..... | 70 |
| Obrázek č. 28 Konstrukce modelu lidského těla - Ruka | 71 |
| Obrázek č. 29 Konstrukce modelu lidského těla – Hýždě | 72 |
| Obrázek č. 30 Konstrukce modelu lidského těla - Stehno | 74 |
| Obrázek č. 31 Konstrukce modelu lidského těla - Bérec | 76 |
| Obrázek č. 32 Konstrukce modelu lidského těla – Noha | 77 |

| | |
|--|----|
| Obrázek č. 33 Konstrukce modelu lidského těla - Sestavení modelu | 79 |
|--|----|

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 Kollmannův kánon – vzdálenosti normálních proporcí dospělého muže [2] | 15 |
| Tabulka 2 Hodnota 1 centicorpusu [cc] | 31 |
| Tabulka 3 Přehled normálních proporcí [5] | 32 |
| Tabulka 4 Výpočet individuálních proporcí..... | 33 |
| Tabulka 5 Normální proporce úseků lidského těla [5] | 34 |
| Tabulka 6 Podíl diferencí | 34 |
| Tabulka 7 Postup výpočtu | 34 |
| Tabulka 8 Výpočet individuálních proporcí a hodnot pro přepočet dle Dr. Maška..... | 36 |
| Tabulka 9 Výpočet rozměrů úseků těla dle Dr. Maška | 36 |
| Tabulka 10 Výpočet diferencí mezi výslednými proporcemi a hodnotami | 37 |
| Tabulka 11 Kontaktní metoda a fotografická metoda..... | 45 |
| Tabulka 12 Kontaktní metoda a maketa lidského těla | 45 |
| Tabulka 13 Minimální a maximální difference u zjišťování rozměrů z fotografie | 46 |
| Tabulka 14 Minimální a maximální difference u zjišťování rozměrů z makety lidského těla.. | 46 |
| Tabulka 15 Individuální proporce úseků těla..... | 51 |
| Tabulka 16 Individuální proporce - pokračování..... | 52 |
| Tabulka 17 Rozměry úseků těla vypočítané dle metody Dr. Maška..... | 53 |
| Tabulka 18 Rozměry úseků těla vypočítané dle metody Dr. Maška - pokračování..... | 54 |
| Tabulka 19 Porovnání metod výpočtu | 55 |
| Tabulka 20 Porovnání metod výpočtu - pokračování | 56 |
| Tabulka 21 Porovnání metod výpočtu - pokračování | 57 |
| Tabulka 22 Konstrukce modelu lidského těla – hlava ^[2] | 60 |
| Tabulka 23 Konstrukce modelu lidského těla – Krk ^[2] | 61 |
| Tabulka 24 Konstrukce modelu lidského těla – horní trup ^[2] | 62 |
| Tabulka 25 Konstrukce modelu lidského těla – Střední trup ^[2] | 64 |
| Tabulka 26 Konstrukce modelu lidského těla – spodní trup ^[2] | 65 |
| Tabulka 27 Konstrukce modelu lidského těla – Rameno ^[2] | 67 |
| Tabulka 28 Konstrukce modelu lidského těla – předloktí ^[2] | 69 |
| Tabulka 29 Konstrukce modelu lidského těla – ruka ^[2] | 71 |
| Tabulka 30 Konstrukce modelu lidského těla – Hýždě ^[2] | 72 |

| | |
|--|----|
| Tabulka 31 Konstrukce modelu lidského těla – Stehno ^[2] | 73 |
| Tabulka 32 Konstrukce modelu lidského těla – Bérec ^[2] | 75 |
| Tabulka 33 Konstrukce modelu lidského těla – Noha ^[2] | 77 |
| Tabulka 34 Konstrukce modelu lidského těla – Sestavení modelu ^[2] | 78 |
| Tabulka 35 Porovnání kontaktní metody a fotografické metody 1 | 80 |
| Tabulka 36 Porovnání kontaktní metody - fotografické metody 2 | 81 |
| Tabulka 37 Porovnání kontaktní metody - fotografické metody 3 | 81 |
| Tabulka 38 Porovnání kontaktní metody - fotografické metody 4 | 82 |
| Tabulka 39 Porovnání kontaktní metoda a maketa lidského těla 1 | 83 |
| Tabulka 40 Porovnání kontaktní metoda a maketa lidského těla 2..... | 84 |
| Tabulka 41 Porovnání kontaktní metoda a maketa lidského těla 3..... | 84 |
| Tabulka 42 Porovnání kontaktní metoda a maketa lidského těla 4..... | 85 |

Použité zkratky

2D maketa – rovinný model lidské postavy

cm – centimetr, jednotka délky stokrát menší než metr

mm – milimetr, jednotka délky tisíckrát menší než metr

ČSN – česká státní norma, označení českých technických norem

cc – centicorpus, setina celkové výšky těla

např. – například

NIS – národní informační systém

atd. – a tak dále

P1, P2 atd. – Proband 1, Proband 2, zkratka pro označení probandů

tzn. – to znamená

Úvod

V současné době, kdy jde vývoj vědeckých technologií a metod velmi rychle kupředu a výsledky použití jsou srovnatelné a někdy dokonce přesnější než klasické metody, je potřeba vyhledávat stále nové metody měření tělesných rozměrů. Klasické metody zjišťování rozměrů jsou velmi náročné na čas, připravenost a také vybavenost pozorovatele velkým množstvím pomůcek k měření. Nové metody využívající technologické vymoženosti se tedy snaží odstranit tento problém a práci zjednodušit.

Bakalářská práce se zaměřuje na využití bezkontaktních metod měření tělesných rozměrů a porovnání těchto metod s klasickými metodami. Práce se bude zabývat způsobem získávání tělesných rozměrů, tedy somatometrií lidského těla a pomůckami používanými pro správné určení vzdáleností mezi somatometrickými body. V první fázi jsou vymezeny proporce lidského těla, které pomáhají rozdělit lidské tělo na určité úseky. Tělesné rozměry nedokážeme určit bez vymezení somatometrických bodů, mezi kterými jsou jednotlivé vzdálenosti měřeny. V neposlední řadě musíme určit postup měření rozměrů, tedy dle normy ČSN 80 0090 a vymežit pomůcky použité ke zjišťování rozměrů.

Podnětem vzniku této práce však byla především maketa lidského těla, zkonstruovaná dle metodiky Dr. Maška v programu Autocad, která byla již dříve použita pro zkoumání ergonomie autosedačky. V této práci bude maketa použita pro určování statických a především dynamických tělesných rozměrů lidského těla, tedy rozměry makety budou změřeny pro porovnání s tělesnými rozměry probanda. Makety lidského těla zkonstruované na rozměry konkrétní postavy budou polohovány do dynamických pozic a následně porovnány s fotografiemi probandů.

Pro porovnání bude využita, také další metoda, tedy zjišťování rozměrů z fotografie probanda, ve které budou tělesné rozměry změřeny stejným způsobem, tak aby bylo možné výsledky porovnávat. V této metodě se stanovují tělesné rozměry z fotografií probandů, na kterých je vyznačeno kalibrační měřítko.

V závěru práce jsou porovnány jednotlivé metody a jejich odlišnost od klasického kontaktního zjišťování rozměrů. Návrh využití experimentu je následně popsán, dle odlišnosti jednotlivých metod, jelikož použití metod je závislé na jejich přesnosti.

Součástí práce je příloha vytvořená v softwaru Autocad a rozměry maket jednotlivých probandů.

1 Proporce lidského těla

Hlavním zájmem této práce bude lidské tělo, a proto je vhodné zde vymezit základní vzhledové charakteristiky lidského těla, které zobrazí jednotlivé parametry ženské a mužské postavy.

1.1 Proporce

Proporce vymezují vzhledové parametry jednotlivých částí těla a jejich poměr k celému tělu. Poměr délky končetin k trupu, poměry jednotlivých úseků končetin nebo jednotlivých částí obličeje atd. jsou v určitých mezích individuálně odlišné. Rozlišují se proporce délkové, proporce příčné a proporce hloubkové, tedy dle pohledu na lidské tělo. Tělesné proporce se výrazně liší během růstu a v jeho jednotlivých fázích, dále se liší podle pohlaví, typu osobnosti i podle rasové příslušnosti.

Pro účely této práce jsou důležité proporce především z hlediska vědeckého, jelikož předmětem zkoumání je větší skupina osob, u které je důležité charakterizovat přesné tělesné charakteristiky pro pozdější použití. Číselné podklady práce budou získány změřením tělesných znaků, kde se vychází od míst (bodů), které se dají přesně stanovit dle *somatometrie*. Body jsou označeny latinskými nebo řeckými názvy, které jsou závazné pro celý svět, tudíž je možné srovnání.

Lidské tělo je členěno dle modulu, který byl v jednotlivých obdobích historie umění pokaždé stanoven jinak. Stanovujícím modulem bude zvolena nejčastější alternativa tedy výška hlavy, podle které se tělo zobrazuje jako 7,5 nebo až 8 násobek výšky hlavy. V kánonech se však poměry jednotlivých částí těla liší, proto zde bude výchozí Kollmannův kánon, který se nejvíce přibližuje předmětu zkoumání této práce.

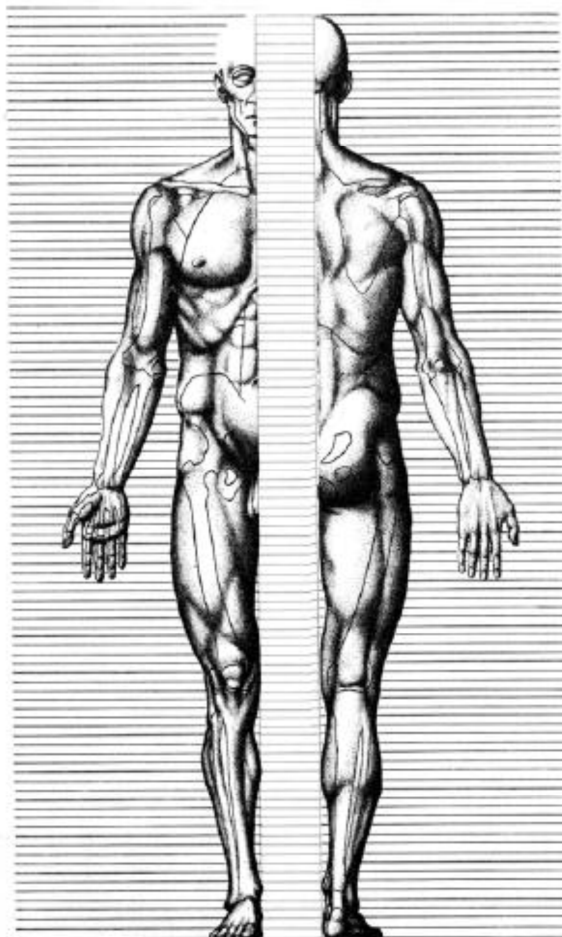
[1]

1.2 Kollmannův kánon

Kollmann rozdělil lidské tělo na sto dílů podle celkové výšky v systému decimálním tedy přesněji centimálním, tím lze vyjádřit jednotlivé rozměry částí těla. Pro lepší představu jeden díl toho kánonu tvoří jednu setinu z celkové výšky postavy, která je tedy vyjádřena jako 100%. Metoda má výhodu v tom, že ji lze použít pro libovolně vysokou postavu normálních proporcí. Kánon se v mnohém od ostatních neliší, jelikož hlava zde opět tvoří přibližně 1/8 těla a je tvořena 13 díly.

Zobrazení decimálního kánonu pro výškové proporce dospělého muže můžeme vidět na obrázku č. 1 a procentuální vyjádření jednotlivých vzdáleností obsahuje tabulka 1.

[1]



Obrázek č. 1 Kollmannova plastická anatomie pro výškové proporce dospělého muže [2]

Kollmannův kánon (modul = výška postavy = 100%)

| Proporční vzdálenost | Způsob měření (výpočtu) | Hodnoty v % |
|------------------------|--|-------------|
| Výška hlavy | Od temene hlavy k bradě | 13 |
| Výška krku | Od temene hlavy k hrdelní jamce – výška hlavy | 7 |
| Délka hrudní kosti | Od hrdelní jamky po mečovitý výběžek hrudní kosti | 10 |
| Délka trupu s hlavou | Od temene hlavy ke kořeni pyje či stydké kosti u žen | 52 |
| Délka dolních končetin | Od hráze k podlaze | 48 |
| Délka horních končetin | Od nadpažku ke špičce prostředníku | 44 |

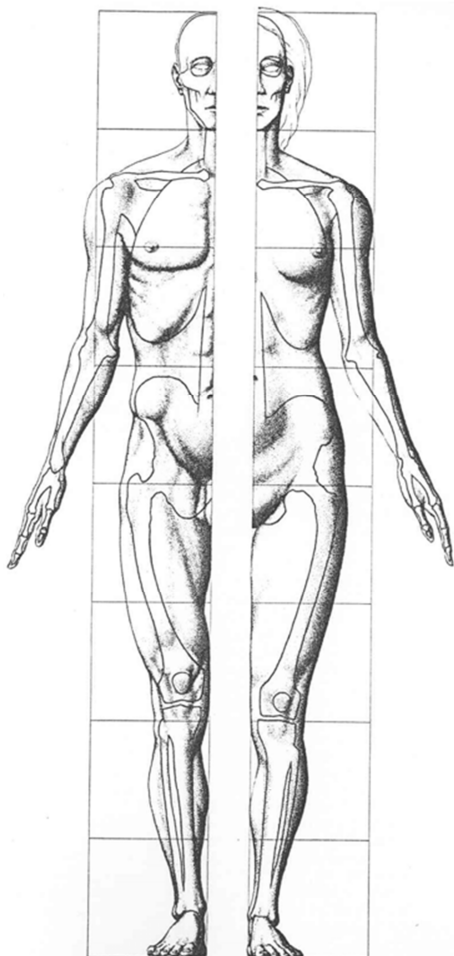
Tabulka 1 Kollmannův kánon – vzdálenosti normálních proporcí dospělého muže [2]

1.3 Bammesův kánon

Bammes sestrojil kánon výškových, šířkových i hloubkových proporcí, zvláště pro muže a ženy, kde opět použil jako modul výšku hlavy, která je $1/8$ výšky těla. Figuru rozdělil na osm výšek hlavy a pro orientaci na lidském těle zvolil body, které jsou podmíněné lidskou kostrou, a snadno je lze na těle nalézt. Jednotlivé vzdálenosti tělesných bodů rozčlenil na zlomky výšky hlavy, tedy pokud je tímto zlomkem násobena výška hlavy, výsledkem bude rozměr určité části těla zasazené mezi dva orientační body.

Tělesné rozdíly mezi ženou a mužem přiblížil zobrazením poloviny každé postavy na jedné kresbě a pokusil se tak vystihnout především pohlavní rozdíly. Nejvíce patrným rozdílem jsou zde proporce muže a ženy, které však neovlivní projektování makety lidského těla, jelikož nejsou pro použití makety podstatné. Zobrazení dle G. Bammese je viditelné na obrázku č. 2, kde na jedné polovině vytvořil kresbu muže a na druhé kresbu ženy.

[1]



Obrázek č. 2 Kánon Bammesův - pro muže a ženu [1]

2 Antropologie

Pojem antropologie označuje vědu o člověku a o jeho práci, která se zabývá studiem člověka v jeho vývoji po stránce tělesné. Zavádí se zde název biologická antropologie a člení se na tři směry: fyzickou antropologii, paleoantropologii a etnickou antropologii. Každý z těchto směrů zkoumá určitou součást antropologie, předmětem této práce bude především fyzická antropologie, která mimo jiného zkoumá i podmínky pracovní činnosti člověka.

Fyzická antropologie řeší otázky týkající se individuální variace tvaru a funkce těla, růstové změny od raných stádií zárodečného vývoje až do stáří, pohlavní dimorfismus, vlastnosti tělesné stavby člověka, které vznikají vlivem rozličných životních podmínek a pracovní činností. Věda se však nezabývá jen člověkem, zajímá se také o prostředí, životní podmínky, což jsou faktory, které člověka ovlivňují.

[3]

2.1 Aplikovaná antropologie a ergonomika

Spolupráce antropologů a průmyslu se časem prohloubila z důvodu potřeby znát příslušné tělesné rozměry ke správnému zkonstruování výrobků využívaných člověkem. Tělesné rozměry populace se časem mění, a proto srovnávací studium růstu tělesných rozměrů je důležité pro zajištění správných rozměrů lidí tedy konzumentů, kterým jsou výrobky určeny. Bez znalosti tělesných rozměrů se neobejde výroba obuvi, oděvů, prádla, rukavic, pracovního nářadí, brýlí, ochranných dýchacích masek, nábytku, bytových a domovních zařízení, atd. Nemusí však jít pouze o výrobky, kromě výrobku potřebují znát tělesné rozměry i konstruktéři dopravních prostředků tedy aut, letadel, lodí, vlaků atd. Důležité je mít na paměti dimenze řidičů a cestujících při řešení lehátek, sedadel a kabin, ale nejde pouze o pohodlné sezení, záleží také na umístění pák v řídicí kabině.

Důležitý je pro účel této práce především komfort sezení, a jaký vliv má konstrukce nábytku na organismus člověka. U kancelářského, školního nebo restauračního nábytku se vychází především z nejčastěji se vyskytujících rozměrů uživatelů. Vyhovující židle však může mít zásadní vliv na fyzický i psychický stav člověka např. snížení škodlivého vlivu dlouhodobého sezení na vývoj páteře, krevní oběh, snížit únavu. Komfortu sezení tak můžeme dosáhnout i zkonstruováním židle pro konkrétního uživatele, s ohledem na jeho tělesné rozměry a přihlédnutím k jeho zdravotním, pracovním či psychickým podmínkám. [3]

3 Somatometrie

Somatometrie se řadí mezi antropologické metody a je definována jako systém technik měření a pozorování člověka a částí jeho těla pomocí prostředků a metod k vědeckým účelům. Měření tělesných rozměrů je důležitým podkladem pro experimentální část této práce, a proto je důležité znát metody a prostředky především pro měření povrchových rozměrů a výšky těla, které jsou uvedeny v následující podkapitole. Somatometrie tedy není konečným cílem této práce, ale je neopomenutelným prostředkem k jeho dosažení.

[3]

3.1 Somatometrické body

Somatometrické body označují místa, pomocí kterých se pozorovatel orientuje na lidském těle při zjišťování tělesných rozměrů. Body na těle představují stejnojmenné body na kostře, promítnuté na povrch těla a jsou obvykle pojmenované latinskými nebo řeckými názvy. Pod každým z názvů si lze představit jen určitý bod na těle, který nezávisle na sobě lze snadno určit s přesností několika milimetrů. K somatometrickým bodům se přikládají ramena měřidel, a proto je podstatné znát základní anatomii člověka, aby se pozorovatel na lidském těle dokázal orientovat a správně změřil tělesné rozměry pro experimentální část této práce.

V experimentální části budou důležité jen některé somatometrické body, jelikož jsou hodnoceny pouze změny délkových a výškových rozměrů při změně polohy těla. Nejdůležitějším bodem pro určení většiny výškových rozměrů je výběžek sedmého krčního obratle např. pro měření délky zad, výšky trupu. Dále je podstatný zadní pasový bod, ležící v pase ve středu vzadu na páteři. Pro měření rozměrů v oblasti sedu je důležitý sedový bod, který je v nejvystouplejším místě sedu. Pro určení dynamických změn na dolní končetině je podstatný kolenní bod, který je ve středu kolenní česky.

[3]

3.2 Tělesné rozměry

Tělesné rozměry charakterizují měřenou postavu, protože jsou to rozměry jednotlivých částí lidského těla, které se zjišťují mezi somatometrickými body a tělesnými rovinami.

Lidské tělo je rozděleno pomyslnými čarami v horizontálních, vertikálních a diagonálních rovinách. Podle polohy těla se rozlišuje několik druhů tělesných rozměrů z pohledu osoby, která rozměry zjišťuje, tedy statické tělesné rozměry – v základní somatometrické poloze vstoje, statické tělesné rozměry – v poloze vsedě a dynamické tělesné rozměry.

Pro tuto práci budou důležité především změny těchto rozměrů při měření ve statické a dynamické poloze těla, kdy budeme porovnávat jeden rozměr v různých polohách lidského těla.

[4]

3.2.1 Postup měření statických tělesných rozměrů

Z výškových rozměrů, které budou v experimentální části využity, je důležitý postup měření výšky postavy, výška pasu měřené a výška boků (délka dolní končetiny) pomocí antropometru. Důležitým rozměrem je výška postavy, která se měří od základní roviny k temennímu bodu (nejvyšší bod temene hlavy). Dále je neopomenutelnou součástí každého měření výška pasu, která se měří od základní roviny obvykle k zadnímu pasovému bodu na spodním okraji těloměrné pásky. Výška boků (délka dolní končetiny) se měří od horního zadního bodu kyčelního hřebene (chocholík kosti stehenní) až k základní rovině.

U délkových rozměrů je podstatná především délka horní končetiny, délka ruky a nohy. Pro měření délkových rozměrů bude použita měřicí páska, která při měření vhodně přiléhá k tvarům těla. Délka horní končetiny se měří na vnější straně paže od ramenního bodu (kloubu) k hrotu prostředního prstu (prostředníkový bod). Délka ruky se měří na vnitřní části natažené ruky od prostředníka k zápěstní rýze. Délka nohy se naměří od nejvystouplejšího místa paty k nejvystouplejšímu místu na špičce nohy.

Z šířkových rozměrů je důležitá především horní a dolní šíře trupu, kde se používá měřicí zařízení pelvimetr. Horní šíře trupu (čelní ramenní šíře) se měří mezi ramenními body, které leží oblasti ramenního kloubu. Dolní šíře trupu (čelní šíře sedu) se měří mezi bočními stranami pánve, tedy nejvystouplejšími místy hýždí.

Dále bude použita pro sestrojení makety lidského těla také výška horní části postavy v sedu, výška hlavy s krkem, výška trupu a výška spodní části těla.

Změří se pouze výška horní části postavy v sedu a výška hlavy s krkem a zbývající dva rozměry se určí výpočtem z naměřených rozměrů, tak aby odpovídaly skutečnosti. Výška postavy v sedu se změří měřicí páskou od roviny sedadla k nejvyššímu bodu na temeni hlavy. Výška hlavy s krkem se měří od nejvyššího bodu na temeni hlavy k sedmému krčnímu obratli. Pokud se tento rozměr odečte od výšky horní částí postavy v sedu, výsledkem bude výška trupu. Odečtením výšky horní části postavy v sedu od výšky postavy bude výsledným rozměrem výška spodní části těla, která se objevuje v členění lidských proporcí.

3.2.2 Postup měření dynamických tělesných rozměrů

Z dynamických rozměrů jsou to boční hloubka sedu vsedě a kroková délka pokrčené dolní končetiny, měřené opět pomocí měřicí pásky. Boční hloubka sedu vsedě se měří od bočního pasového bodu na spodním okraji těloměrné pásky po boční straně pánve k rovině sedadla. Délka pokrčené dolní končetiny se změří na vzpřímeně sedící postavě od rozkroku na vnitřní straně dolní končetiny k základní rovině. Dolní končetina se také změří v předkloněné poloze, kdy je zadní strana stehů zcela natažená.

Dále bude měřeno prodloužení výšky trupu v předklonu, od sedmého krčního obratle k bodu kyčelního hřebene pomocí měřicí pásky. V tomto případě se rozcházejí způsoby měření rozměru, a proto byl zvolen ten, který lze aplikovat na maketě. Dle normy se měří výška trupu antropometrem se dvěma rameny od sedmého krčního obratle k rozkroku.

[4] [5]

4 Prostředky a metody měření

Při zkoumání rozměrů lidského těla je důležité také zvolení vhodného prostoru, kde bude měření osob proveden. Místnost pro měření by měla být dostatečně osvětlená (denním světlem), s možností větrání a vytápění, s dřevěnou podlahou nebo linoleem. Osobám by mělo být k dispozici také další vybavení např. věšák pro odložení oděvů, stůl pro zapisování a odkládání nástrojů a židle pro měření rozměrů vsedě. Na podmínky měření by se nemělo zapomínat, jelikož v psychické a fyzické nepohodě probandů i pozorovatele, můžou být naměřeny nesprávné hodnoty.

[3]

4.1 Prostředky měření tělesných rozměrů

Účelem této práce bude zjišťování změn dynamických rozměrů, které se získávají měřením povrchových rozměrů, a pro tyto účely budou použity následující prostředky. Výškové rozměry těla se zjišťují pomocí měřicího zařízení antropometru, skládající se z kovové tyče s milimetrovou škálou a jezdcem se zasunovacími pohyblivými jehlami. Délkové rozměry budou měřeny pomocí měřicí pásky, která je vyrobená z látky, plastu nebo skelných vláken s vyznačenými dílkami. Měřicí páska je tvarovatelná, tudíž se dobře přizpůsobuje tvarům lidského těla a je vhodná pro kontaktní snímání rozměrů. Další důležitou pomůckou pro účel tohoto měření je stužka nebo tkaloun, kterým se na těle probanda označí umístění pasu a nazývá se těloměrná páska. Pro měření šířkových rozměrů bude použito měřidlo pelvimetr, tedy měřidlo s rozevíracími rameny vhodné ke zjišťování ramenní a pánevní šířky.

[3] [6]

4.2 Metody měření tělesných rozměrů

Metodami měření je stanoven postup měření jednotlivých tělesných rozměrů, důležitých pro pozdější použití v experimentální části práce. Před samotným měřením tyto postupy musí pozorovatel znát, jelikož nesprávné měření může vést k chybným výsledkům práce. Při měření se využívají znalosti somatometrických bodů z předchozí kapitoly 3.1, podle kterých se lze na lidském těle orientovat při přikládání měřidel. V této části práce budou uvedeny metody kontaktního a bezkontaktního měření tělesných rozměrů, které budou rozšířeny o další metody použité v experimentální části práce.

4.2.1 Kontaktní metoda

Nejpoužívanější metodou pro měření tělesných rozměrů člověka, která je prováděna pomocí klasické techniky, tedy prostředků uvedených v kapitole 4. 1. a při měření tělesných rozměrů bude postupováno dle podkapitoly 3. 2. 1. Kontaktní metoda se vyznačuje tím, že měřidlo se zde dostává do přímého kontaktu s tělem měřeného probanda, ale nezobrazuje tělesné proporce. Metoda je však náročná na čas, pozorovatel musí být zkušený, rozměry mohou být nesprávně naměřeny a je zde velký nedostatek informací o povrchu těla (tělesné vady, proporce, chybné označení orientačních bodů).

Měření se provádí na postavách bez obuvi a s minimálním počtem oblečení, tedy ve spodním prádle nebo v přiléhajícím tmavém oděvu. Před samotným měřením je nutné vyznačit linii pasu umístěním těloměrné pásky. Párové tělesné rozměry jsou měřeny na pravé polovině těla a tedy i ten kdo provádí měření, by měl stát po pravé straně probanda. Měření povrchových délkových rozměrů, vedených do pasu, nebo od pasu vždy začíná, nebo končí na spodním okraji těloměrné pásky.

[4] [6]

4.2.2 Bezkontaktní metoda

Při bezkontaktní metodě na rozdíl od předchozí metody nedochází k přímému kontaktu snímače a těla měřeného probanda. Metoda je málo náročná na čas a tělesné rozměry lze snadněji pomocí nástrojů zanáet a porovnat s databází. Provádí se pomocí optických systémů, které se liší světelným zdrojem a způsobu jeho zachycení na povrchu těla, tedy metoda laseru, infračerveného světla, strukturovaného světla nebo metodu fotogrammetrie. Pro účel tohoto měření však využijeme fotografickou metodu a následně bude ověřeno, zda ji lze využít pro snímání tělesných rozměrů.

Při snímání fotoaparátem je důležité dbát na správnou přípravu, jak snímaného objektu tak také místnosti ve které je prováděno snímání. Pozadí fotografie by mělo být bez rušivých vlivů, jednobarevné (bílé, šedé, černé atd.) a nesmí být lesklé. Vhodné je také použít reflektory nebo prosvětlenou matnou stěnu a místnost by měla být osvětlena žárovkami. V místnosti se označí místo, kam se má proband postavit (pro zajištění jednotné vzdálenosti) a důležité je umístit srovnávací měřítko na paži probanda. Proband bude pro účel experimentu fotografován v přiléhavém černém tričku a přiléhavých černých elastických kalhotách.

[3]

4.2.3 Zjištění rozměrů na základě fotografie

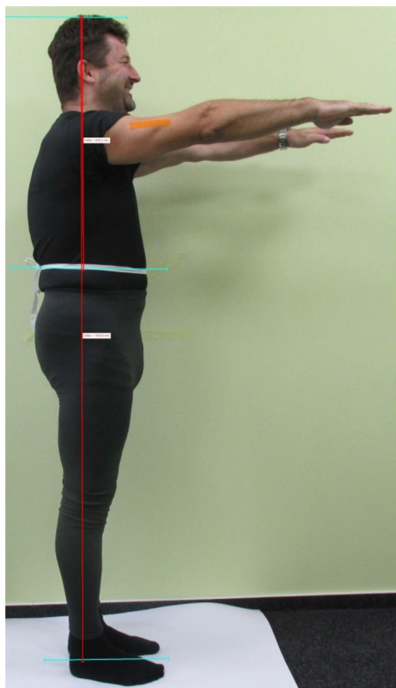
Pomocí softwaru NIS Elements se vytvoří analýza obrazu, tedy měření tělesných rozměrů probanda na fotografii. Software umožňuje snímání a ukládání dat pro pozdější analýzu a vyhodnocení. Fotografovaný objekt musí být před snímáním označen kalibračním měřítkem, tedy v tomto případě páskou v rozměru 100 mm (obrázek č. 3). Kalibrací se pixelu přiřadí rozměr v mm, aby měření bylo realistické a jednotlivé obrazy se mohly porovnávat. Tento úkon je potřeba provést u každého souboru fotografií probanda před začátkem měření. Rozměry fotografované lidské postavy budou změřeny pomocí manuálního měření.

[7]

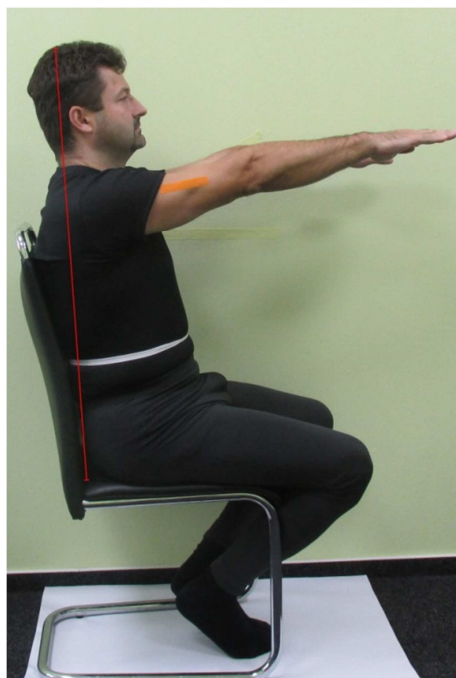


Obrázek č. 3 Ukázka fotografovaného probanda s kalibračním měřítkem

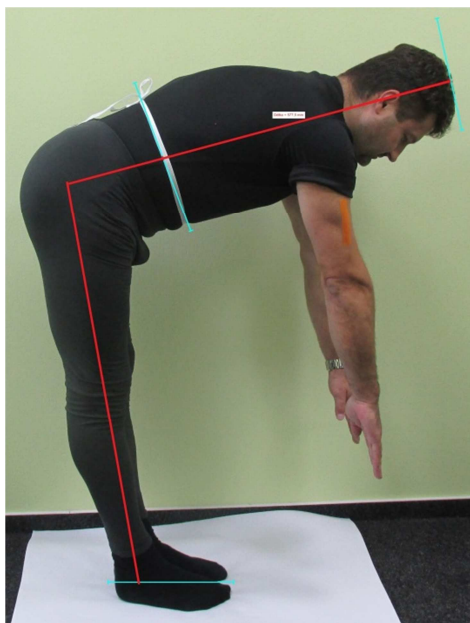
Příklad měření statických tělesných rozměrů na základě fotografie je zobrazen na obrázku č. 4 a 5, kde byla měřena výška postavy a výška vsedě. Dále obrázky č. 6 a 7 zobrazují měřené dynamické rozměry, tedy prodloužení délky dolní končetiny, boční hloubky sedu a dynamické výšky trupu. Ostatní měřené tělesné rozměry jsou zobrazeny v elektronické příloze 9.



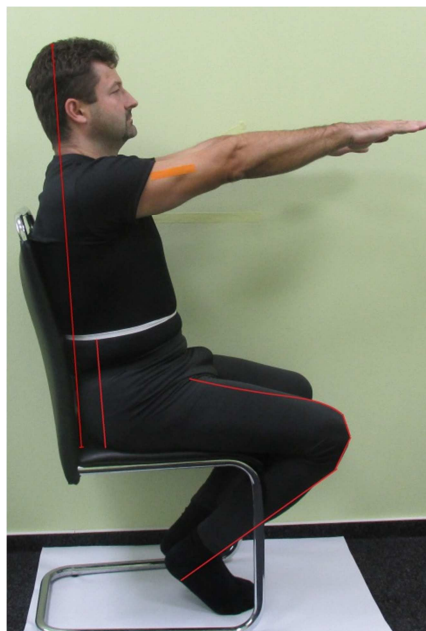
Obrázek č. 4 Výška postavy na fotografii



Obrázek č. 5 Výška postavy vsedě na fotografii



Obrázek č. 6 Dynamická výška trupu a prodloužení délky dolní končetiny 1



Obrázek č. 7 Boční hloubka sedu vsedě a prodloužení dolní končetiny 2

5 Poloha bederní páteře

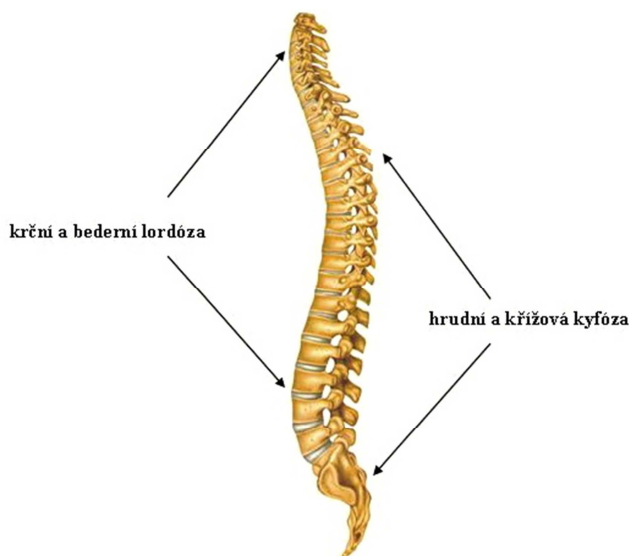
Znalost stavby páteře a správného zakřivení je důležitá pro určení držení těla probanda a případné využití při konstrukci oděvu či nábytku. Při konstruování oděvu se přihlíží k těmto vadám a střih se upravuje na míru probanda (v individuální výrobě), ale i nábytek např. kancelářská židle by měla být vhodně navržena tak, aby předcházela deformování držení těla.

5.1 Stavba a zakřivení páteře

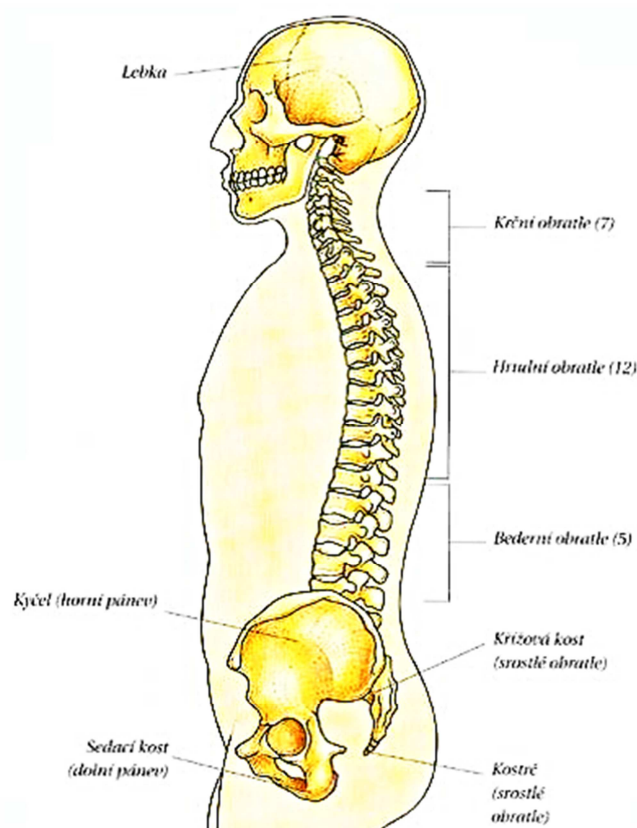
Páteř je oporou celého těla, tvoří ochranné pouzdro pro míchu a skládá se z obratlů, obratlového oblouku a obratlových výběžků. Obratle se dělí na: sedm krčních obratlů, dvanáct hrudních, poté následuje pět bederních, pět křížových srostlých v křížovou kost a čtyři až pět zakrnělých obratlů, které tvoří kostrč. Meziobratlové ploténky zajišťují pružnost a pohyblivost páteře u 24 obratlů, zatímco zbývajících devět obratlů je nepohyblivých (stavbu páteře zobrazuje obrázek č. 9).

V dospělém věku člověka má páteř charakteristické zakřivení jednak v předozadním směru, jednak ve směru bočním. Předozadní zakřivení jsou čtyři a to dvě konvexitou směrem dopředu - *lordóza krční a bederní* a dvě konvexitou směrem dozadu – *hrudní kyfóza a nepohyblivé kyfotické zakřivení* (zobrazeno na obrázku č. 8).

[8]



Obrázek č. 8 Správné zakřivení páteře [8]



Obrázek č. 9 Stavba páteře [8]

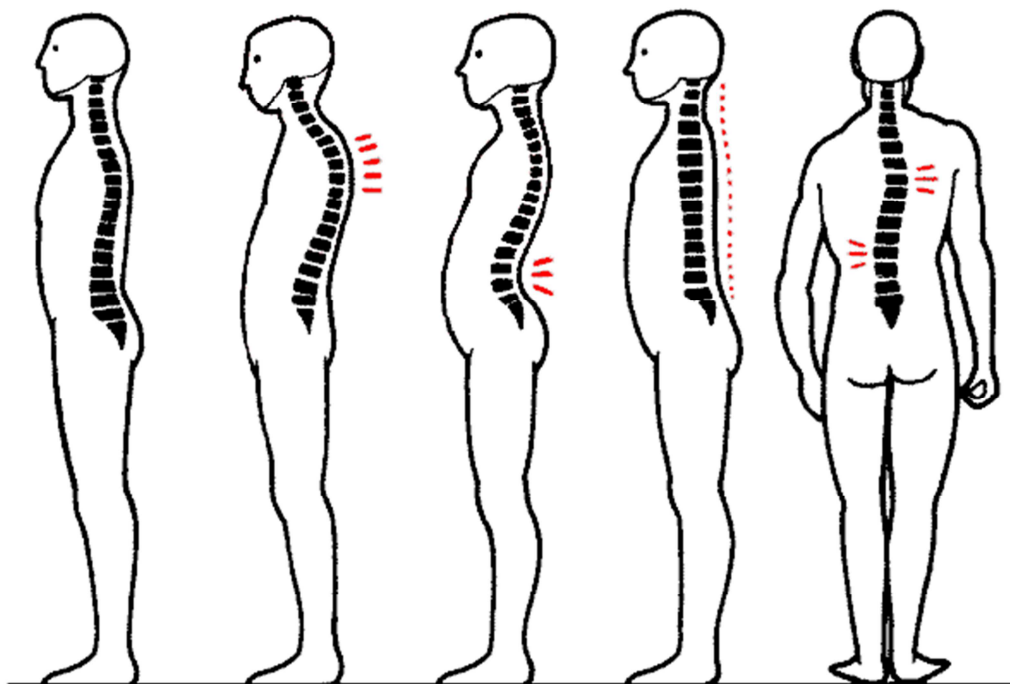
5.2 Funkční anatomie páteře

Funkční anatomie páteře se zabývá nesprávným zakřivením páteře, ale také jednotlivými pohyby tvořenými páteří. Mezi nesprávná zakřivení páteře patří *skolióza* tedy boční zakřivení, která je dána pootočením obratlů kolem jejich předozadní i podélné osy a projevuje se odlišným tvarem zad. Vznikají tak *kulatá záda*, kdy je místo krční lordózy vytvořena kyfóza, která přechází v kyfózu hrudní. Dále také *plochá záda*, kdy jsou krční lordóza a hrudní kyfóza nevýrazné, páteř je v jedné linii, což je nejčastěji způsobeno ochablými svaly páteře. Naopak *záda prohnutá* mají velmi výraznou lordózu i kyfózu. Všechny vady jsou zobrazeny na obrázku č. 10. [9]

Mezi pohyby páteře řadíme *předklony a záklony*, tedy anteflexe a retroflexe, které se označují úhly zakřivení v jednotlivých částech páteře. Nejrozsáhlejší jsou v krční páteři až do 90°, předklon páteře jako celku je možný až do 145° a záklon do 135°.

Dalším pohybem je *rotace*, kdy páteř jako celek může rotovat do 110° , ale v jednotlivých celcích páteře je rotace nižší. *Úklony* – lateroflexe jsou největší v části krční a bederní páteře, tedy 30 až 40° . Při pérovacích pohybech hrají důležitou úlohu meziobratlové destičky, které slouží jako tlumiče nárazu.

[9]



Obrázek č. 10 Zakřivení páteře: a) správné zakřivení, b) hyperkyfóza, c) hyperlordóza, d) plochá záda, e) skolióza [10]

6 Tělo v klidu a v pohybu

Pohyb je běžný a tvarově nejzajímavější projev živého těla, ale také schopnost přizpůsobit se situacím a podmínkám, kterým je tělo vystaveno. Není náhodným projevem lidského těla, protože je závislé na fyzikálních a fyziologických zákonech. Studium těla z hlediska fyzikálního se zabývá obor kinesiologie. Pojem obsahuje velké množství různých situací, ve kterých se lidské tělo může nacházet. Do popředí zájmu v této práci se však určí pouze ty, které budou zobrazeny v experimentální části, tedy klidové polohy (stoj, sedění) a pohyby běžného života a při práci (shýbání, ohýbání).

[1]

6.1 Fyziologie normálního stoje

Těžnice při normálním stoji padá do středu podpěrné plochy, jelikož se paty dotýkají a špičky rozbíhají. Svaly jsou ve značném napětí, protože šíjové svaly musejí udržovat hlavu ve vzpřímené poloze, břišní a zádové svalstvo bdí nad překlopením trupu vpřed a vzad, hýžd'ové a stehenní svaly brání překlopení pánve, lýtkové svaly tlačí přední plosky nohy k podložce a zajišťují pevnost stoje. Kosterní svaly se automaticky a podvědomě starají o to, aby těžiště těla bylo nad podložkou. Ramena jsou při normálním stoji posunuta dozadu, prsa vypjatá a páteř je stejnoměrně zakřivena. Osa těla vede o těžnice zevním kotníkem, středem kolenního kloubu, středem kyčelního kloubu, středem ramene a ušního boltce. Osa těla je na obrázku 6 naznačena červenou čarou. Při konstrukci lidského těla se nesmí opomenout rozdíl mezi mužským a ženským tělem, kdy muž je těžký nahoře a žena naopak dole.

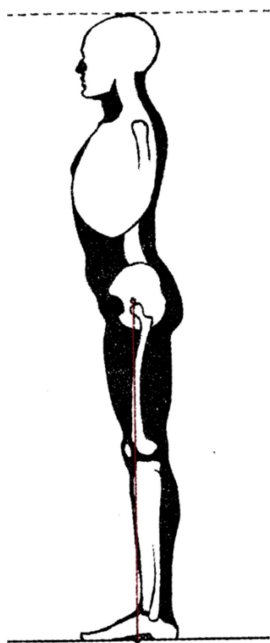
[1]

6.2 Fyziologie vzpřímeného sedu

Vzpřímený sed je poměrně namáhavý na rozdíl od ostatních sedů, poněvadž je nutné udržovat tělo vzpřímené tak, aby těžnice spadala mezi oba hrboly sedací. Dochází k tlačení kosti kyčelní s kostí křížovou dolů, při čemž kost se posunuje vzhůru. Pánevní sklon se tak zmenšuje, je uložena horizontálně a bederní lordosa se zmenšuje. Vzpřímené polohy trupu dosahují svaly pánve, tedy čtyřhlavý stehenní sval a bedro-kyčelní, které zabraňují přepádávání pánve a tím i trupu vzad, velký sval hýžd'ový pak překlápění vpřed, svaly zádové zpevňují páteř a zabraňují překlápění trupu vpřed.

Síla zádového svalstva ovlivňuje držení těla, lidé se silným svalstvem sedí zpříma a lidé se slabým se sklánějí vpřed. Na obrázcích č. 11 až 14 jsou zobrazeny různé druhy sedu a šipkami je vyznačena osa těla.

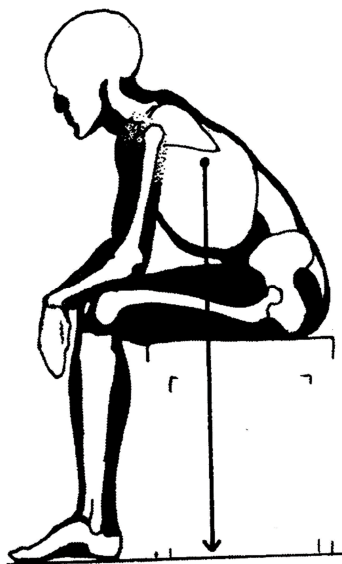
[1]



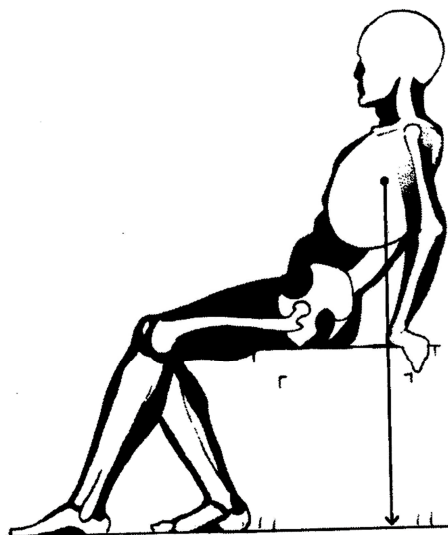
Obrázek č. 11 Normální stoj [1]



Obrázek č. 12 Správný sed [11]



Obrázek č. 13 Předkloněný trup [1]



Obrázek č. 14 Zakloněný trup [1]

6.3 Fyziologie shýbání a ohýbání

Nejúčinnější a nevýhodnější shýbání se provádí ohnutím těla v kolenou, snížením a nakloněním vpřed. V tomto shybu je trup ve strnulé poloze, což je pro člověka méně efektivní a méně estetické. Shýbání je častým pohybem s třemi zásadními problémy: ekonomikou sil, udržováním rovnováhy a odstraněním přílišné námahy, které se vzájemně ovlivňují.

Při ohýbání jsou dolní končetiny natažené a těžiště těla se nachází výše než při shýbání ohnutím v kolenou. Poloha těla je v tomto postavení labilnější a její labilita se zvyšuje, pokud jsou dolní končetiny u sebe. Rovnováhu zajišťuje velká síla hýžd'ových svalů, které vzpřimují páteř v kyčelních kloubech, ale také síla vzpřimovačů trupu, které zpevňují páteř. Z efektivních i estetických důvodů je tento způsob ohýbání nevhodný, protože vzpřimovače trupu jsou v maximálním natažení.

[1]

7 Projektování makety lidského těla

V následující části práce bude nastíněn postup projektování makety lidského těla na konkrétní postavu s individuálními rozměry a proporcemi. Předchozí experimenty pracovaly pouze s maketami zkonstruovanými dle tabulkových rozměrů na postavy normálních proporcí. Makety lidského těla zkoumané v experimentální části práce vycházejí opět z publikace od pana doktora Maška „*Navrhování sedadel a lehátek*.“.^[5]

7.1 Postup hotovení makety individuálních rozměrů

Zhotovení lidské makety se musí řídit určitým způsobem, který zajistí co nejpřesnější rozměry a proporce shodující se skutečnou postavou. V první řadě je důležité správně naměřit tělesné rozměry určité postavy a dle těchto rozměrů určit individuální proporce. Všechny tyto postupy jsou porovnané s tabulkami normálních tělesných proporcí, aby bylo možné maketu zkonstruovat, dle předem daných pravidel pomocí dvourozměrných geometrických útvarů. Lidská maketa je pouze 2D, tedy jsou rozhodující délkové a šířkové rozměry lidského těla zmíněné v kapitole 3.2.

7.1.1 Proporce lidské makety

Proporce makety jsou vypočteny v jednotkách zvaných centicorpus, tj. jedna setina celkové výšky těla je rovna jednomu centicorpusu tedy 1 cc a celkem je výška postavy rovna 100 cc. V první fázi jsou převedeny jednotlivé výšky probandů na centicorpy, tedy tak jak to zobrazuje tabulka 2. Dle tabulky 3 lze vyčíst normální proporce této postavy, tedy nejčastěji muže nebo ženy starší 20 let, které budou v centicorpech (pouze sloupec pro 20 leté).

| Rozměr | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| Výška postavy [cm] | 176,9 | 170,5 | 180,1 | 177,5 | 175,5 | 178,6 | 175 | 179 | 163 | 177,5 | 161,5 |
| Hodnota 1 centicorpusu [cc] | 1,769 | 1,705 | 1,801 | 1,775 | 1,755 | 1,786 | 1,75 | 1,79 | 1,63 | 1,775 | 1,615 |

Tabulka 2 Hodnota 1 centicorpusu [cc]

TAB. II.

Přehled normálních proporcí (dle Weissenberga)

| | stáří | výška v sedě | výška spodní části těla | výška hlavy s krkem | výška trupu | délka končetiny | | délka | | šířka trupu | |
|------|-------|-----------------|----------------------------|------------------------|-------------|--------------------|-------|-------|------|-------------|-------|
| | | | | | | horní | dolní | ruky | nohy | horní | dolní |
| Muži | * | 66.5 | 33.5 | 24.4 | 42.1 | 42.1 | 40.3 | 12.6 | 15.3 | 21.1 | 15.3 |
| | 3 | 59.5 | 40.5 | 23.6 | 35.9 | 41.6 | 45.5 | 12.5 | 15.9 | 22.9 | 17.7 |
| | 6 | 56.5 | 44.5 | 21.6 | 34.4 | 42.5 | 48.5 | 11.6 | 15.8 | 22.3 | 17.5 |
| | 8 | 54.9 | 45.1 | 21.5 | 33.9 | 42.6 | 49.8 | 11.3 | 15.8 | 21.9 | 16.7 |
| | 10 | 53.6 | 46.4 | 19.9 | 33.7 | 43.6 | 50.7 | 11.2 | 16.2 | 21.6 | 16.4 |
| | 12 | 51.9 | 48.1 | 19.4 | 32.5 | 44.2 | 52.5 | 11.2 | 16.4 | 21.0 | 16.1 |
| | 14 | 51.4 | 48.6 | 18.8 | 32.6 | 44.7 | 52.9 | 11.3 | 16.4 | 21.0 | 16.2 |
| | 16 | 51.5 | 48.5 | 18.7 | 32.8 | 44.4 | 52.9 | 11.3 | 16.2 | 21.3 | 16.2 |
| | 18 | 52.5 | 47.5 | 18.5 | 34.0 | 44.9 | 52.2 | 11.3 | 15.9 | 21.4 | 16.6 |
| | 20 | 52.5 | 47.5 | 18.7 | 33.8 | 45.5 | 52.1 | 11.2 | 15.7 | 21.8 | 16.7 |
| Ženy | * | 66.6 | 33.4 | 24.2 | 42.4 | 42.5 | 40.6 | | | 20.8 | 15.4 |
| | 3 | 58.3 | 41.7 | | | | 45.8 | | | | |
| | 6 | 55.9 | 44.1 | 21.8 | 34.1 | 41.8 | 48.6 | | | 21.8 | 16.9 |
| | 8 | 54.6 | 45.4 | 20.7 | 33.9 | 42.2 | 50.2 | | | 21.7 | 16.5 |
| | 10 | 53.6 | 46.4 | 19.5 | 34.1 | 42.6 | 50.9 | | | 21.4 | 16.4 |
| | 12 | 52.9 | 47.1 | 19.1 | 33.8 | 43.1 | 51.8 | | | 21.2 | 16.4 |
| | 14 | 52.7 | 47.3 | 18.8 | 33.8 | 43.6 | 52.1 | | | 21.2 | 16.9 |
| | 16 | 53.6 | 46.4 | 18.9 | 34.1 | 43.7 | 51.5 | | | 21.6 | 17.6 |
| | 18 | 53.7 | 46.3 | 18.8 | 35.4 | 43.9 | 51.2 | | | 21.8 | 17.7 |
| | 20 | 54.5 | 46.5 | 18.4 | 35.6 | 43.7 | 51.5 | | | 21.8 | 17.9 |

Tabulka 3 Přehled normálních proporcí [5]

V této fázi jsou již naměřené tělesné rozměry, zjištěny normální proporce všech probandů a jejich výšky převedené na centicorpy. Projektování individuální postavy však vyžaduje také získání hodnot individuálních proporcí jednotlivých probandů. V případě součinu výšky postavy v centicorpech a normální proporce 20 letého muže je výslednou hodnotou normální tělesný rozměr. Postup je tedy opačný individuální tělesný rozměr, který byl naměřen na konkrétní postavě, je dělen hodnotou 1 centicorpusu a výsledný rozměr udává tělesnou proporce této části těla. Postup je zobrazen v tabulce 4 a jsou použity tělesné rozměry a proporce probanda 1.

V další fázi jsou porovnány individuální proporce s proporcemi normálními jednoduchým určením difference, tedy odečtením normální proporce od individuální. Tímto způsobem jsou přepočítány rozměry proporcí všech probandů a difference následně použity pro výpočet proporcí jednotlivých úseků těla. Ostatní rozměry probandů jsou zobrazeny v příloze 1.

| Výpočet individuálních proporcí | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Rozměr | Proband 1 | | | | |
| Hodnota 1 centicorpusu [cc] | 1, 769 | | | | |
| Tělesné rozměry | Hodnota [cm] | Výpočet | Individuální proporce [cc] | Normální proporce [cc] | Diference [cc] |
| Výška vsedě | 93 | 93/ 1,769 | 52,6 | 52,5 | 0,1 |
| Výška spodní části těla | 83,9 | 83,9/ 1,769 | 47,4 | 47,5 | -0,1 |
| Výška hlavy s krkem | 32 | 32/ 1,769 | 18,1 | 18,7 | -0,6 |
| Výška trupu | 61 | 61/ 1,769 | 34,5 | 33,8 | 0,7 |
| Délka horní končetiny | 82 | 82/ 1,769 | 46,4 | 45 | 1,4 |
| Délka dolní končetiny | 93 | 93/ 1,769 | 52,6 | 52,1 | 0,5 |
| Délka ruky | 19 | 19/ 1,769 | 10,7 | 11,2 | -0,5 |
| Délka nohy | 27 | 27/ 1,769 | 15,3 | 15,7 | -0,4 |
| Šířka trupu - horní | 36 | 36/ 1,769 | 20,4 | 21,8 | -1,4 |
| Šířka trupu - dolní | 35 | 35/ 1,769 | 19,8 | 16,7 | 3,1 |

Tabulka 4 Výpočet individuálních proporcí

7.1.2 Proporce úseků lidského těla

V předchozí kapitole byly určeny proporce individuální postavy pro jednotlivé tělesné rozměry a z těchto rozměrů vycházejí také proporce následujících úseků lidského těla. Každý rozměr se dělí na několik částí, jelikož každý úsek lidského těla jako např. hlavu, krk, stehno atd. se konstruuje samostatně. Vypočte se tedy individuální proporce osy tohoto úseku a z té je určen rozměr tělesné části. Lidské tělo je rozděleno na 12 úseků a u každého, tedy kromě rozměru osy je důležité určit také rozměry kružnic. Normální proporce úseků lidského těla obsahuje tabulka 5, sloupec pro muže a ženu starší 20 let. Tabulka je opět vyjmuta z publikace doktora Maška „*Navrhování sedadel a lehátek*“.^[5]

Nejprve je určeno, na kolik úseků se dělí jednotlivé tělesné rozměry a proporce např. výška trupu je rozdělena na tři části podle ohybu páteře. Tento způsob je aplikován i na ostatní tělesné rozměry.

Diference z tabulky 4 jsou rozděleny počtem úseků tělesného rozměru a ke každé proporcí z tabulky 5, která byla opět vyjmuta z publikace Dr. Maška, je připočten výsledný rozdíl. Pro výpočet se použijí pouze hodnoty ze sloupce pro osoby starší 20 let. Přepočtením rozměrů všech probandů vzniknou individuální proporce jednotlivých tělesných úseků.

TAB. IV.

Přehled normálních proporcí.

| stáří | muži | | | | | | | | ženy | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| sh | 9.1 | 9.1 | 9.3 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 9.1 | 9.1 | 21.5 | 22.2 | 22.5 | 22.9 | 23.1 | 22.7 | 22.6 | 22.5 |
| hk | 21.4 | 22.1 | 22.4 | 23.1 | 23.4 | 23.4 | 23.1 | 23.1 | 24.3 | 25.1 | 25.4 | 25.9 | 26.1 | 25.7 | 25.6 | 25.5 |
| kp | 24.2 | 24.9 | 25.3 | 26.2 | 26.4 | 26.4 | 26.1 | 26.1 | 24.3 | 25.1 | 25.4 | 25.9 | 26.1 | 25.7 | 25.6 | 25.5 |
| pb | 10.7 | 10.5 | 10.5 | 10.1 | 10.1 | 10.2 | 10.6 | 10.5 | 10.6 | 10.5 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.6 | 11.1 | 11.1 |
| bz | 13.7 | 13.5 | 13.5 | 13.1 | 13.1 | 13.1 | 13.6 | 13.5 | 13.6 | 13.5 | 13.6 | 13.5 | 13.5 | 13.6 | 14.1 | 14.2 |
| zn | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 7.7 | 7.7 | 7.8 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.4 | 8.4 |
| na | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 7.8 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| ao | 7.3 | 7.1 | 6.5 | 6.3 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 7.4 | 6.9 | 6.4 | 6.2 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 5.9 |
| nr | 3.6 | 3.5 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.7 | 3.7 |
| rl | 15.6 | 15.6 | 16.1 | 16.2 | 16.4 | 16.3 | 16.5 | 16.5 | 15.3 | 15.5 | 15.6 | 15.8 | 15.9 | 16.1 | 16.1 | 16.1 |
| ld | 14.6 | 14.7 | 15.1 | 15.2 | 15.4 | 15.3 | 15.5 | 15.5 | 14.4 | 14.5 | 14.7 | 14.8 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 15.1 |
| dj | 11.4 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 14.4 | 14.5 | 14.7 | 14.8 | 15.1 | 15.1 | 15.1 | 15.1 |
| $r_s=r_d$ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| r_h | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.3 | 2.4 | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.4 |
| r_k | 2.8 | 2.9 | 2.9 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 2.8 | 2.9 | 2.9 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 2.9 | 2.9 |
| $r_p=r_b$ | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.3 | 6.3 |
| $r_z=r_r$ | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 2.9 | 2.9 | 2.9 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.2 |
| $r_n=r_a$ | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.6 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.7 | 2.6 | 2.6 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| r_l | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| pp | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.4 | 9.5 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.3 | 9.6 | 10.1 | 10.1 | 10.2 |
| qq | 19.3 | 19.1 | 18.7 | 18.3 | 18.4 | 18.4 | 18.9 | 19.1 | 19.2 | 18.8 | 18.7 | 18.7 | 19.2 | 20.1 | 20.1 | 20.4 |
| vv | 16.3 | 16.1 | 15.7 | 15.4 | 15.5 | 15.5 | 15.9 | 16.1 | 16.2 | 15.8 | 15.7 | 15.7 | 16.2 | 16.9 | 17.1 | 17.1 |
| yy | 18.4 | 18.1 | 17.8 | 17.3 | 17.3 | 17.6 | 17.7 | 18.1 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.5 | 17.8 | 18.1 | 18.1 |
| xx | 12.2 | 11.7 | 10.8 | 10.5 | 10.1 | 10.1 | 10.1 | 10.1 | 12.3 | 11.5 | 10.7 | 10.3 | 10.1 | 10.1 | 10.1 | 9.8 |

Poznámka: pp = vzdálenost kloubů kyčelních, qq = šířka těla v bocích, vv = šířka v bedrech, yy = šířka trupu pod lopatkami, xx = šířka hlavy.

Tabulka 5 Normální proporce úseků lidského těla [5]

Podíl diferencí a postup výpočtu individuálních proporcí některých úseků lidského těla jsou zobrazeny v tabulkách 6 a 7, difference z tabulky 6 jsou připočteny k normálním proporcím v tabulce 7. Zbývající rozměry jednotlivých úseků jsou uvedeny v příloze č. 1 a podíly diferencí jsou v elektronické příloze.

| Rozměr | P1 | | |
|-----------------------|-----------|---------|------------|
| | Diference | Výpočet | Koeficient |
| Výška hlavy s krkem | -0,6 | -0,6/ 3 | -0,20 |
| Výška trupu | 0,7 | 0,7/ 3 | 0,23 |
| Délka horní končetiny | 1,4 | 1,4/ 3 | 0,47 |
| Délka dolní končetiny | 0,5 | 0,5/ 3 | 0,17 |
| Délka ruky | -0,5 | | -0,5 |
| Délka nohy | -0,4 | -0,4/2 | -0,20 |
| Šířka trupu - dolní | 3,1 | 3,1/ 3 | 1,03 |

Tabulka 6 Podíl diferencí

| Rozměr | Normální proporce [cc] | P1 | | |
|--------|------------------------|-------------|---------------|--------------|
| | | Výpočet | Proporce [cc] | Hodnota [cm] |
| ao | 6 | 6 - 0,20 | 5,80 | 10,26 |
| na | 7,5 | 7,5 - 0,20 | 7,30 | 12,91 |
| zn | 8 | 8 + 0,23 | 8,23 | 14,56 |
| bz | 13,5 | 13,5 + 0,23 | 13,73 | 24,29 |
| pb | 10,5 | 10,5 + 0,23 | 10,73 | 18,99 |

Tabulka 7 Postup výpočtu

7.2 Výpočet individuálních proporcí dle Dr. Maška

Kontrolou postupu výpočtu individuálních proporcí použitého v této práci a postupu, který byl navržen Dr. Maškem v publikaci „Navrhování sedadel a lehátek“, byl zjištěn rozdíl ve výsledných hodnotách.^[5] Autor ve své publikaci nevěnuje výpočtu individuálních proporcí takový důraz a tak, byl použit v této práci jiný postup výpočtu pro individuální proporce úseků lidského těla. Pro navrhování sedacího nábytku není individualita postav, tak důležitá, ale v experimentální části práce je kladen důraz na individualitu postav a je tedy nutné tuto individualitu co nejvíce zachovat a respektovat.

V následující podkapitole bude zobrazen postup dle Dr. Maška a poté bude srovnán s výpočty z postupu zobrazeného v této práci.^[5] Tabulky zobrazují pouze rozměry úseků probanda č. 1, ostatní rozměry jsou v tabulkách v příloze č. 2.

7.2.1 Postup výpočtu individuálních proporcí

V první fázi je postup stejný jako u postupu navrženého v této práci, tedy převod výšky postavy do hodnoty rozměru 1 centicorpusu, který slouží k převodu proporcí na hodnoty tělesných rozměrů v centimetrech a je zobrazen v tabulce 2. Dalším krokem je převedení tělesných rozměrů na hodnoty individuálních proporcí v tabulce 8. V další fázi se porovnají individuální a normální proporce tělesných rozměrů a výsledná hodnota bude použita pro přepočet proporcí úseků lidského těla (vzdáleností mezi klouby). Hodnotami pro přepočet se vynásobí normální proporce úseků těla 20 letého muže a výsledkem bude individuální proporce probanda.

Postup je zobrazen v následujících tabulkách 8 a 9, kde jsou pouze tělesné rozměry probanda č. 1 a další hodnoty probandů jsou v příloze č. 2. Normální proporce jsou vyjmuty z tabulky 3 a 5, ze sloupce pro osoby starší 20 let.

| Výpočet hodnot pro přepočet | Proporce [cc] | | | Proband 1 | | |
|-----------------------------|---------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Hodnota 1 centicorpusu [cc] | | | | 1,769 | | |
| <i>Tělesný rozměr</i> | | <i>Naměřené hodnoty [cm]</i> | <i>Výpočet individuální proporce</i> | <i>Individuální Proporce [cc]</i> | <i>Porovnání proporcí</i> | <i>Hodnota pro přepočet [cc]</i> |
| Výška vsedě | 52,5 | 93 | 93/ 1,769 | 52,6 | 52,6/ 52,5 | 1,002 |
| Výška spodní části těla | 47,5 | 83,9 | 83,9/ 1,769 | 47,4 | 47,4/ 47,5 | 0,998 |
| Výška hlavy s krkem | 18,7 | 32 | 32/ 1,769 | 18,1 | 18,1/ 18,7 | 0,967 |
| Výška trupu | 33,8 | 61 | 61/ 1,769 | 34,5 | 34,5/ 33,8 | 1,020 |
| Délka horní končetiny | 45 | 82 | 82/ 1,769 | 46,4 | 46,4/ 45 | 1,031 |
| Délka dolní končetiny | 52,1 | 93 | 93/ 1,769 | 52,6 | 52,6/ 52,1 | 1,0095 |
| Délka ruky | 11,2 | 19 | 19/ 1,769 | 10,7 | 10,7/ 11,2 | 0,955 |
| Délka nohy | 15,7 | 27 | 27/ 1,769 | 15,3 | 15,3/ 15,7 | 0,975 |
| Šířka trupu – horní | 21,8 | 36 | 36/ 1,769 | 20,4 | 20,4/ 21,8 | 0,936 |
| Šířka trupu – dolní | 16,7 | 35 | 35/ 1,769 | 19,8 | 19,8/ 16,7 | 1,185 |

Tabulka 8 Výpočet individuálních proporcí a hodnot pro přepočet dle Dr. Maška

| Rozměr úseku těla | Normální proporce muže [cc] | | Proband 1 (176,9) | |
|-------------------|-----------------------------|---|-------------------|--------------|
| | | Výpočet individuální proporce úseku těla [cc] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] |
| ao | 6 | 0,967*6 | 5,80 | 10,27 |
| na | 7,5 | 0,967*7,5 | 7,26 | 12,83 |
| zn | 8 | 1,020*8 | 8,16 | 14,44 |
| bz | 13,5 | 1,020*13,5 | 13,77 | 24,36 |
| pb | 10,5 | 1,020*10,5 | 10,71 | 18,95 |
| rl | 16,5 | 1,031*16,5 | 17,00 | 30,07 |
| ld | 15,5 | 1,031*15,5 | 15,97 | 28,24 |
| df | 11 | 0,955*11 | 10,55 | 18,66 |
| pt | 5 | 1,185*5 | 5,92 | 10,48 |
| kp | 26 | 1,0095*26 | 26,24 | 46,41 |
| hk | 23 | 1,0095*23 | 23,21 | 41,06 |
| sh | 9 | 0,975*9 | 8,75 | 15,48 |
| pn | 32 | 1,020*32 | 32,65 | 57,75 |
| hpodložka | 4 | 1,0095*4 | 4,04 | 7,14 |

Tabulka 9 Výpočet rozměrů úseků těla dle Dr. Maška

7.2.2 Porovnání metod výpočtu

V následující podkapitole bude zobrazen rozdíl mezi použitou metodou a metodou výpočtu dle Dr. Maška, která je pro zkonstruování makety směrodatná. ^[5] V následující tabulce 10 je viditelný rozdíl mezi rozměry úseků těla u probanda č. 1, které se neliší více jak o 2 centimetry. Pro navrhování sedadel není tento rozdíl tak podstatný, ale jelikož předmětem zkoumání v této práci jsou tělesné rozměry a jejich změny je vhodné používat spíše postup Dr. Maška, tak jak jej uvedl ve své publikaci. V příloze jsou uvedeny odchylky rozměrů úseků těla ostatních probandů, kde byl největší rozdíl ve vzdálenosti kloubů ruky, tedy největší odchylka okolo 4 centimetrů.

Pro přepracování maket je nutné opět stanovit rozměry kružnic a úseček v postupu zhotovení tak, aby odpovídaly hodnotám z předchozí tabulky 9. V tabulce 10 jsou zobrazeny nejprve difference mezi proporcemi 2 a 1 a poté difference mezi rozměry 2 a 1, proporce 1 a rozměr 1 označuje hodnotu z postupu použitého v této práci a proporce 2 a rozměr 2 hodnotu dle postupu Dr. Maška. ^[5]

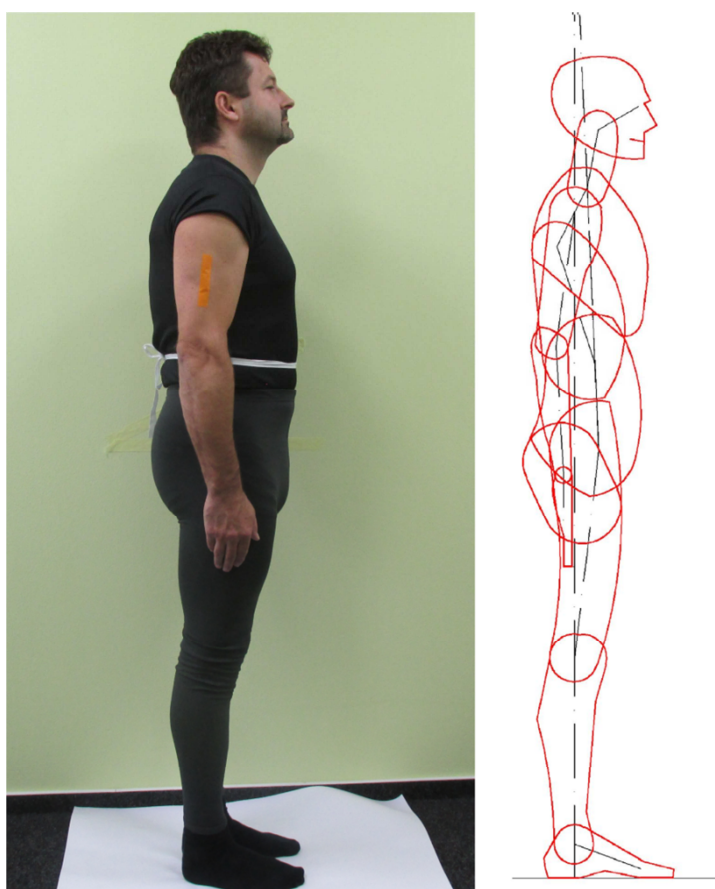
| Rozměr úseku těla | Proband 1 (176,9) | | | Rozměr úseku těla | Proband 1 (176,9) | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|------------|----------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Difference | | Hodnota 1 [cm] | Hodnota 2 [cm] | Difference |
| ao | 5,80 | 5,80 | 0,00 | ao | 10,26 | 10,27 | 0,01 |
| na | 7,30 | 7,26 | -0,04 | na | 12,91 | 12,83 | -0,08 |
| zn | 8,23 | 8,16 | -0,07 | zn | 14,56 | 14,44 | -0,13 |
| bz | 13,73 | 13,77 | 0,04 | bz | 24,29 | 24,36 | 0,07 |
| pb | 10,73 | 10,71 | -0,02 | pb | 18,99 | 18,95 | -0,04 |
| rl | 16,97 | 17,00 | 0,03 | rl | 30,01 | 30,07 | 0,05 |
| ld | 15,97 | 15,97 | 0,00 | ld | 28,25 | 28,24 | 0,00 |
| df | 11,47 | 10,55 | -0,92 | df | 20,28 | 18,66 | -1,62 |
| pt | 6,03 | 5,92 | -0,11 | pt | 10,67 | 10,48 | -0,19 |
| kp | 26,17 | 26,24 | 0,07 | kp | 46,29 | 46,41 | 0,12 |
| hk | 23,17 | 23,21 | 0,04 | hk | 40,98 | 41,06 | 0,07 |
| sh | 8,80 | 8,75 | -0,05 | sh | 15,57 | 15,48 | -0,09 |
| pn | 32,70 | 32,65 | -0,05 | pn | 57,85 | 57,75 | -0,09 |
| nz | 8,23 | 8,16 | -0,07 | nz | 14,56 | 14,44 | -0,13 |
| hs | 8,80 | 8,75 | -0,05 | hs | 15,57 | 15,48 | -0,09 |
| hpodložka | 4,17 | 4,04 | -0,13 | hpodložka | 7,37 | 7,14 | -0,23 |

Tabulka 10 Výpočet diferencí mezi výslednými proporcemi a hodnotami

7.3 Zhotovení makety lidského těla

V předchozí fázi byly určeny tělesné rozměry jednotlivých úseků makety a následuje zhotovení samotné makety, která by měla odpovídat tělesným rozměrům a proporcím konkrétního probanda. Pro zhotovení makety byly použity hodnoty stanové první metodou výpočtu, jelikož až při kontrole maket byla zjištěna odchylka mezi jednotlivými metodami výpočtu. Zvoleno bylo celkem deset probandů mužského pohlaví a jeden proband ženského pohlaví, kde bude poukázáno na odlišnosti ženských a mužských proporcí. Postup hotovení se liší od daného postupu pouze v rozměrech tělesných úseků a kružnic, proto bude použit stejný postup, jakým byly makety zhotovovány v předchozích případech.

V příloze 2 se nachází geometrická konstrukce lidského těla s vloženými proporcemi a rozměry probanda č. 1. Obrázky úseků těla byly zhotoveny podle těchto rozměrů a stejným způsobem jsou zkonstruovány i ostatní makety jednotlivých probandů. Na obrázku č. 11 je zobrazena maketa lidského těla zkonstruována dle rozměrů probanda č. 1 a porovnána s fotografií, kde je osoba v základní poloze makety.



Obrázek č. 15 Zhotovení makety a porovnání s fotografií probanda

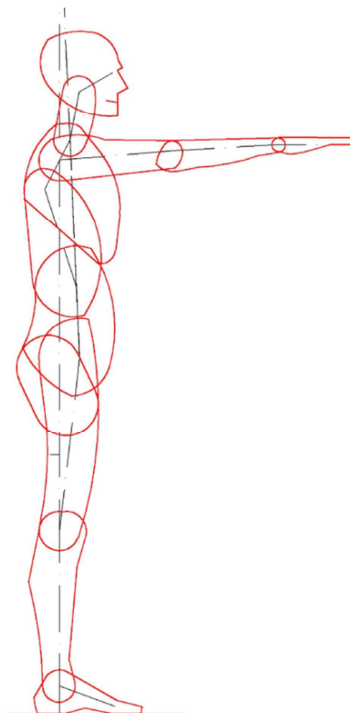
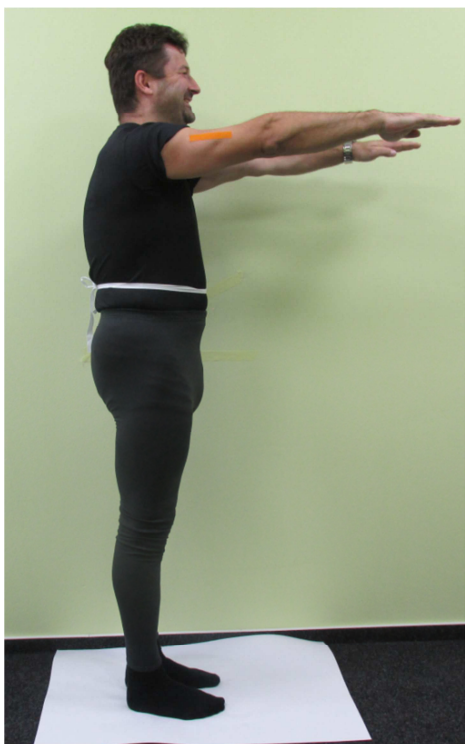
7.4 Polohování makety lidského těla

Pro predikci změn tělesných rozměrů v určitých pozicích je zapotřebí lidské tělo v tomto případě jeho 2D maketu polohovat do různých pozic. Pozice polohování byly nejprve vyfotografovány a na základě fotografií lze lépe určit, jak maketu polohovat do pozic tak, aby výsledný obraz co nejvíce odpovídal skutečnosti. Důležité je určit pozici páteře, hlavy, horních i dolních končetin a hýždí.

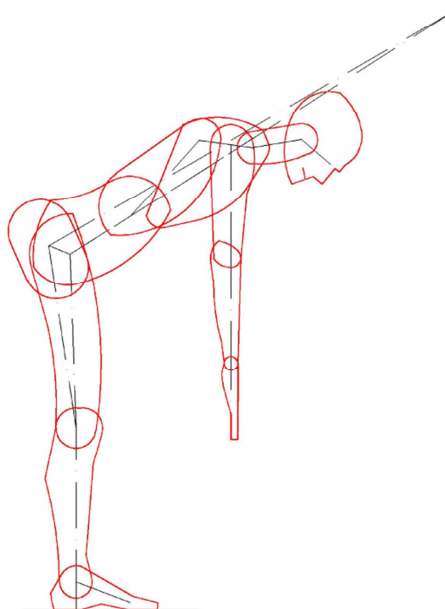
Bylo zvoleno pět pozic, ve kterých se mění směry základních tělesných os, tedy základní pozice s upaženými horními končetinami, s předpaženými horními končetinami, mírný předklon, úplný předklon a sed. První dvě pozice byly zvoleny pro zjišťování rozměrů trupové části, hloubky sedu vstoje a délky dolních končetin ve vzpřímené poloze. Předklony nám změní délku zad, tedy výšku trupové části a délku dolních končetin. Sed ovlivní délku dolní končetiny a boční hloubku sedu vsedě.

Přeměřením člověka a makety bylo zjištěno, zda se délka opravdu změní a výpočtem difference ověřena správnost metody. Tělesné rozměry jsou porovnány také s výstupy z obrazové analýzy a bude navržen způsob použití výsledku našeho experimentu.

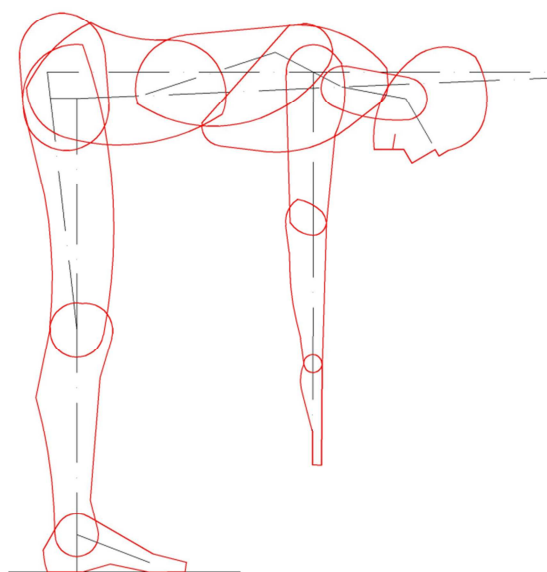
Obrázky č. 12 až 15 zobrazují probanda ve zvolených pozicích a jsou porovnány s maketou lidského těla polohovanou do stejných pozic. Ostatní probandi jsou zobrazeni na fotografiích v příloze 7, kde jsou také popsány typy postav jednotlivých probandů.



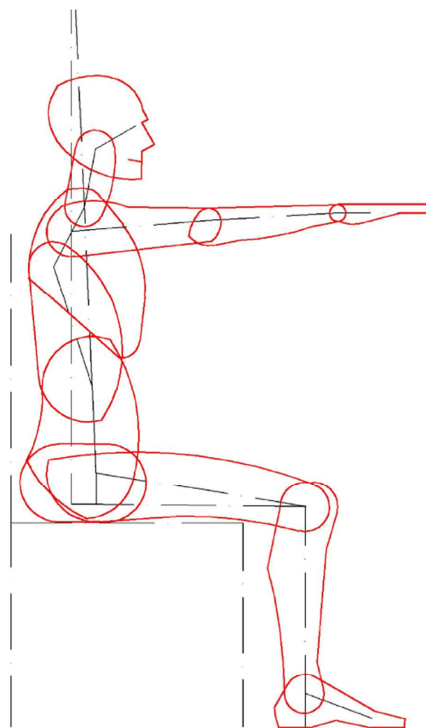
Obrázek č. 16 Polohování makety - poloha 1



Obrázek č. 17 Polohování makety - poloha 2



Obrázek č. 18 Polohování makety - poloha 3



Obrázek č. 19 Polohování makety - poloha 4

7.5 Maketa zhotovená na postavu individuálních proporcí

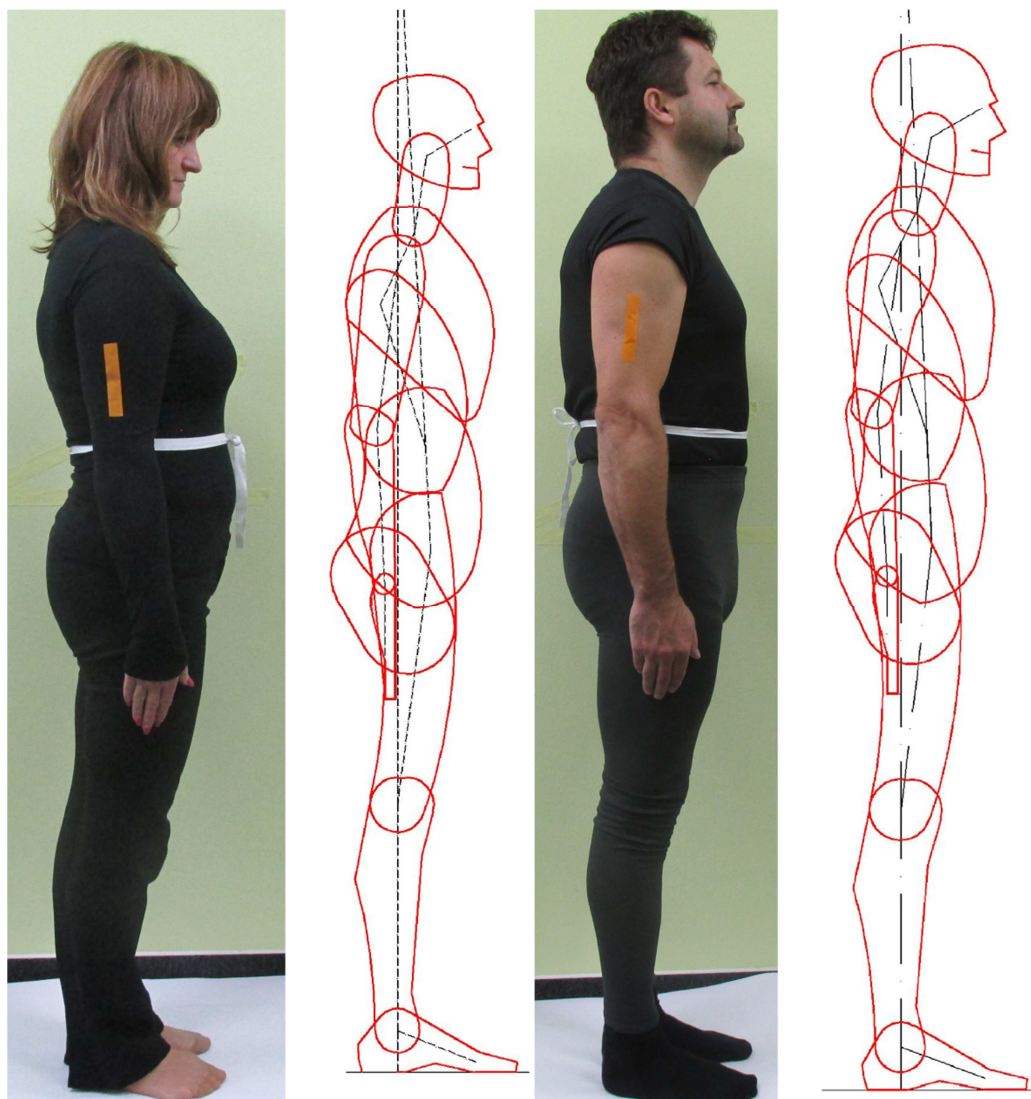
V této práci byla poprvé maketa zkonstruována na postavy individuálních proporcí, u kterých bylo potřeba tyto proporce určit a poté vypočítat rozměry úseků lidského těla. Dle zkonstruovaných maket porovnaných s fotografiemi probandů bylo zjištěno, že makety se opravdu podobají jednotlivým probandům. V další části práce bude provedena kontrola rozměrů makety a tímto tedy i porovnán rozdíl mezi skutečnými tělesnými rozměry probanda a makety lidského těla. Makety jsou zhotoveny v softwaru Autocad, která je v příloze č. 8.

7.6 Maketa zhotovená dle proporcí probanda ženského pohlaví

Maketa však byla také zkonstruována dle tělesných rozměrů a proporcí probanda ženského pohlaví, kde je nutné posoudit, zda je viditelný rozdíl v tvarových charakteristikách muže a ženy. Jelikož lidská maketa byla zhotovena především pro navrhování sedadel a lehátek, tedy nejsou tvarové charakteristiky těla ženy a muže pro tento účel podstatné. Srovnáním makety s předchozí maketou zhotovenou dle probanda mužského není viditelný žádný zásadní rozdíl. Pokud by tedy bylo potřeba zobrazit na maketě tvarové pohlavní rozdíly, je nutné nalézt nový způsob konstruování makety.

Maketa lidského těla tedy dokáže zobrazit rozdíly věku, výšky a šířky mezi jednotlivými postavami, ale tvarové charakteristiky nejsou viditelné a proto nelze zobrazit pohlavní rozdíly mezi mužem a ženou. Lidské tělo je složitý trojrozměrný útvar a maketa je pouze dvourozměrná, konstruktéři musí s tímto problémem počítat, již při stanovování účelu použití a konstruování makety. Zásadní rozdíl mezi maketou muže a ženy je tedy pouze proporční, kdy u ženy připadá na dolní končetiny z celkové délky menší poměr a u muže je to naopak. Rozdíl mezi maketou muže a ženy je zobrazen na obrázku č. 18. Tabulky v příloze 1 a 2 naopak zobrazují rozdíl mezi proporcemi muže a ženy, kdy ženská postava je označena jako proband č. 11.

[5]



Obrázek č. 20 Porovnání makety muže a ženy

8 Porovnání metod měření tělesných rozměrů

Tělesné rozměry byly měřeny třemi způsoby, tedy klasickou kontaktní metodou, zjištěním rozměrů z fotografie probanda a také porovnáním s maketou lidského těla. Postup měření je popsán v kapitole 3. 2., kde byly určeny způsoby měření a zvolené prostředky a pomůcky. Zjišťování rozměrů z fotografie probanda a přeměření rozměrů makety, byly provedeny stejným postupem, jako klasická kontaktní metoda, tak aby bylo možné ověřit, zda se stanovené metody shodují.

V dynamických pozicích byla měřena dvakrát výška trupu v prvním a druhém typu předklonu, dále prodloužení dolní končetiny v natažené poloze v předklonu a v pokrčené poloze vsedě a boční hloubka sedu vsedě a v stoji. Postup měření byl popsán kapitole 3.2.2 a u obou metod bylo postupováno stejně.

8.1 Klasická metoda a zjištění rozměrů na základě fotografie probanda

V této metodě zjišťování rozměrů byly použity fotografie probandů, tak jak již bylo popsáno v kapitole 4. 2. 2. V průběhu měření však byly zjištěny určité problémy, které jsou způsobeny fotografií, ale také přípravou fotografované osoby před samotným měřením. Prvním nedostatkem byla shledána dvojrozměrnost fotografie, jelikož ve skutečnosti je obraz, tedy lidská postava trojrozměrná a tento problém narušuje získávání rozměrů. Fotografie se tedy neskládá pouze z délky a šířky, ale měření ovlivňuje také hloubka. Tento problém je potřeba před měřením na fotografii zaznamenat, tak aby nenarušoval výsledek měření.

Dalším problémem, který se v metodě vyskytuje, je označení somatometrických bodů, mezi kterými bylo provedeno měření. Pokud nejsou na fotografii přímo označeny, pozorovatel, tak může zvolit různé umístění těchto bodů, které se na fotografii obtížně vyhledávají. Výsledek měření se tedy bude u více pozorovatelů nebo při opakovaném měření lišit. Somatometrické body je tedy potřeba před fotografováním a měřením kontaktní metodou označit, aby se výsledné hodnoty lépe porovnávaly.

V tabulce 11 jsou srovnány tyto dvě metody u probanda 1, u kterých měření ovlivnily oba problémy, které byly naznačeny v předchozím odstavci. Ostatní probandi jsou zobrazeni v tabulce v příloze 5, kde jsou vyznačeny jednotlivé difference.

| Porovnání kontaktní metoda – fotografická metoda | | | |
|---|-------------------------|----------------------------|------------------|
| | Proband 1 | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference |
| Výška trupu | 610 | 561 | 49 |
| Dynamická výška trupu 1 | 630 | 567 | 63 |
| Dynamická výška trupu 2 | 665 | 596 | 69 |
| Délka dolní končetiny | 930 | 917 | 13 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 992 | 975 | 17 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 952 | 933 | 19 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 171 | 142 | 29 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 287 | 245 | 42 |

Tabulka 11 Kontaktní metoda a fotografická metoda

8.2 Klasická metoda a maketa lidského těla

Maketa lidského těla zhotovena dle tělesných rozměrů zjištěných klasickou metodou je polohována do stejných pozic, které byly zvoleny při fotografování probandů. Nejprve bylo potřeba stejně jako u zjišťování rozměrů probanda z fotografie změřit statické rozměry těla a poté změřit tyto rozměry v dynamických pozicích. Při tomto způsobu měření není tak obtížné nalézt somatometrické body, mezi kterými měříme tělesné rozměry, jelikož vzniknou na maketě při sestavení.

Tabulka 12 zobrazuje difference u probanda 1, ve kterých se nám odlišuje kontaktní metoda od měření na maketě lidského těla. Ostatní probandi a difference měření jsou zobrazeny v příloze 6.

| Porovnání kontaktní metoda – maketa lidského těla | | | |
|--|-------------------------|---------------|------------------|
| | Proband 1 | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Maketa | Diference |
| Výška trupu | 610 | 619 | -9 |
| Dynamická výška trupu 1 | 630 | 636 | -6 |
| Dynamická výška trupu 2 | 665 | 672 | -7 |
| Délka dolní končetiny | 930 | 943 | -13 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 992 | 952 | 40 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 952 | 1058 | -106 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 171 | 176 | -5 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 287 | 291 | -4 |

Tabulka 12 Kontaktní metoda a maketa lidského těla

8.3 Zhodnocení použitých metod

V závěru experimentu je potřeba zhodnotit výsledky použitých metod, kterými byly zjišťovány tělesné rozměry. Pro účel měření byla stanovena směrodatnou klasická metoda měření, která by měla nejvíce odpovídat skutečnosti. Z výsledků měření a vypočítaných diferencí vyplývá, že s klasickou kontaktní metodou se více shoduje měření provedené na maketě lidského těla, jelikož difference byly výrazně nižší než u obrazované analýzy. Zjišťování rozměrů z fotografie bylo shledáno, jako nejméně se shodující, jelikož výsledky ovlivňují dva problémy a difference byly v tomto případě výrazně vyšší.

V obrazové analýze je potřeba odstranit problémy měření, tedy stanovit u fotografie hloubku, tak aby byla měřitelná a označit somatometrické body na těle probanda. Difference by se vyřešením těchto problémů výrazně snížili, ale neodstranili úplně a tedy nelze potvrdit, že metoda zcela nahradí klasickou kontaktní metodu.

Zjišťování rozměrů na maketě lidského těla se shodovalo více než první metoda, přesto zde byla malá odchylka způsobená konstrukčními rozdíly. Metoda by však mohla nahradit klasickou metodu v případech, kdy není potřeba znát tělesný rozměr s milimetrovou přesností. V tabulce 13 a 14 jsou zobrazeny minimální a maximální difference všech rozměrů u jednotlivých probandů, kde se hodnoty pohybovaly v kladných i záporných hodnotách.

| Minimální a maximální difference u zjišťování rozměrů z fotografie | | | | | | | | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|------|-----|-----|
| [mm] | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 |
| Minimální difference | 13 | -57 | -16 | -12 | -51 | -33 | 3 | 7 | -110 | 12 | 2 |
| Maximum difference | 69 | -4 | 28 | -2 | 70 | 96 | 73 | 79 | 23 | 113 | 89 |

Tabulka 13 Minimální a maximální difference u zjišťování rozměrů z fotografie

| Minimální a maximální difference u zjišťování rozměrů z makety lidského těla | | | | | | | | | | | |
|--|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| [mm] | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 |
| Minimum | -106 | -25 | -12 | -18 | -12 | -30 | -22 | -14 | -21 | -12 | -11 |
| Maximum | 40 | -8 | 33 | -7 | -6 | 9 | -4 | -6 | -7 | -3 | -7 |

Tabulka 14 Minimální a maximální difference u zjišťování rozměrů z makety lidského těla

9 Návrh využití experimentu

Využití maket stanovil již dávno před tímto experimentem Dr. Mašek ve své publikaci, tedy k navrhování sedadel a lehátek. V tomto případě není důležité, aby maketa měla rozměry a proporce s přesností na milimetr stejné, jako skutečný proband a proto je využití makety k navrhování optimální. Maketa byla již dříve využita ke stanovení ergonomie autosedačky, jak již bylo zmíněno, ale toto využití by se dalo rozšířit také na další sedací nábytek, tedy k určování ergonomie pohovek, kancelářských, školních a jídelních židlí.

9.1 Navrhování sedacího nábytku

V dnešní době jsou nároky na ergonomii sedacího nábytku opravdu vysoké, jelikož tvar sedáku a opěrky ovlivňuje nejen pohodlí při sezení, ale také může ovlivnit nesprávné držení těla, které způsobuje člověku zdravotní problémy. Navrhování sedadla se tedy musí těmto požadavkům přizpůsobit, a pokud by je měla eliminovat je potřeba sedadlo konstruovat s ohledem na tělesné rozměry a proporce konkrétní lidské postavy. Maketa usnadňuje práci při zjišťování proporcí a rozměrů lidského těla, jelikož proband nemusí být vždy k dispozici návrháři, pokud potřebuje určit rozměr nebo rozložení proporcí.

9.2 Navrhování sportovních oděvů

Další využití by lidská maketa mohla nalézt v navrhování oděvů pro sportovní účely, tedy například cyklistických dresů, které jsou konstruovány s ohledem na prodloužení trupu v předklonu na cyklistickém kole. Tento předklon se podobá částečnému předklonu, do kterého byla polohována maketa v experimentu této práce. Pokud by bylo potřeba vytvořit cyklistický dres nebo bundu na konkrétní postavu, maketa může pomoci v určení délky trupu v pozici na cyklistickém kole a nebylo by potřeba postavu skutečně do této polohy uvést a změřit klasickou kontaktní metodou.

Polohování makety se však musí opírat o skutečnost, tedy nastavit maketu do určité polohy tak, aby se poloha shodovala se skutečnou postavou. V této fázi velmi napomáhají fotografie, které zaznamenávají postavení jednotlivých úseků těla v určité poloze a snadno je tedy lze aplikovat na maketě.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo nalézt nové způsoby získávání tělesných rozměrů, pomocí bezkontaktních metod měření, jelikož kontaktní metody jsou náročné na čas a měřicí vybavenost. Na základě výsledků experimentu poté navrhnout další využití makety lidského těla vytvořené dle Dr. Maška v softwaru Autocad.

Před samotným měřením bylo potřeba stanovit způsoby, metody a prostředky měření tak, aby difference jednotlivých měření byly co nejvíce eliminovány a zaručili přesnost provedeného experimentu. Teoretická část práce se tedy zaměřila především na proporce a somatometrii lidského těla, které jsou důležité pro správné členění postavy na určité úseky. Prostředky a postup měření je poté důležitý pro vytvoření samotného experimentu.

Hlavní část práce tvoří zkonstruování 2D maket lidského těla na větší počet probandů, kteří byli pro účel práce změřeni a vyfotografováni v několika pozicích. Makety vlastní přesné rozměry a proporce těchto probandů, což umožnilo provést měření tělesných rozměrů ve statických a dynamických pozicích. Metoda měření na lidských maketách byla porovnána, také z další metodou zjišťování rozměrů z fotografie probanda, kde jsou rozměry stanoveny z fotografií probandů. Výsledky experimentu jsou zaznamenány do tabulek a porovnány s kontaktní metodou.

V závěrečné části práce bylo navrženo využití experimentu v praktických činnostech, tedy pro zjednodušení práce s rozměry a proporcemi lidského těla. Maketa byla prvotně vytvořena pro navrhování sedadel a lehátek, experiment tedy ověřil, že toto využití je stále optimální a může nalézt využití i v ergonomii sedacího nábytku. Postavení maket do dynamických pozic, lze také využít při navrhování sportovních oděvů, tedy například cyklistických bund, kde nám pozice těla ovlivňuje délku trupu.

Práce však navrhuje také zlepšení použité metody zjišťování rozměrů z fotografie probanda, jelikož naměřená data ovlivnila dvojrozměrnost fotografie a stanovení somatometrických bodů.

Součástí práce je soubor maket vytvořených na konkrétní rozměry měřených probandů a postup zhotovení makety s výpočty pro jednotlivé úseky lidského těla. Postupy výpočtu proporcí jsou využitelné pro zkonstruování dalších maket na postavy individuálních rozměrů a proporcí.

Zdroje:

- [1] ZRZAVÝ, J. *Anatomie pro výtvarníky*. Praha: Avicenum, 1977
- [2] SMĚLÁ, K.: *Ergonomie ve vztahu ke konstrukčnímu řešení autosedačky*. Liberec, 2009
- [3] FETTER, V. A KOL. *Antropologie*. Praha: Academia, 1967
- [4] ČSN 80 0090. *Metodika měření tělesných rozměrů mužů, žen, chlapců a dívek*.
- [5] MAŠEK, J.: *Navrhování sedadel a lehátek*. Praha: tisk Dr. Ed. Drégra a syna, 1937
- [6] Krejčovský metr. In: *Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-* [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Svinovac%C3%AD_metr
- [7] NIS-Elements AR Uživatelská příručka. In: *Laboratory Imaging, s. r. o. [online]. 2012* [cit. 2014-12-28]. Dostupné z: <http://web.vscht.cz/~kohoutkj/n%C3%A1vody%202011/NIS-E-Manual-cze.pdf>
- [8] *Vadné držení těla* [online]. 2002, 2009 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: http://www.cvicime.cz/cviceni-praha/anatomie/rovne/vadne_drzeni.html#
- [9] ELIŠKOVÁ, Miloslava a Ondřej NAŇKA. *Přehled anatomie*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2006, 309 s. ISBN 978-802-4612-164.
- [10] KARŠCHOVÁ, Sandra. *Využití makety lidského těla ve vztahu k ergonomii při řešení autosedačky*. Liberec, 2013. Bakalářská práce. Technická Univerzita v Liberci.
- [11] *Psaní deseti prsty. Pmq software* [online]. 2010 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: http://www.deseti-prsty.cz/sezeni_u_pc.html

Seznam příloh

| | |
|---|----|
| Příloha 1 – Výpočet individuálních proporcí | 51 |
| Příloha 2 – Rozměry úseků těla..... | 53 |
| Příloha 3 – Porovnání metod výpočtu | 55 |
| Příloha 4 – Postup zhotovení makety lidského těla..... | 58 |
| Příloha 5 – Porovnání metod měření 1 | 80 |
| Příloha 6 – Porovnání metod měření 2..... | 83 |
| Příloha 7 - Tabulky výpočtů - příloha na CD | |
| Příloha 8 - Makety zhotovené v softwaru Autocad - příloha na CD | |
| Příloha 9.1 - Fotografie a popis postavy probandů - příloha na CD | |
| Příloha 9.2 - Fotografie probandů a porovnání s maketou - příloha na CD | |
| Příloha 10 - Měření rozměrů na fotografii - příloha na CD | |

Příloha 1

Výpočet individuálních proporcí úseků těla vytvořený dle metodiky Dr. Maška, z tělesných rozměrů zkoumaných probandů (hodnoty, podle kterých byly zkonstruovány makety lidského těla v této práci) je zobrazen v tabulkách 15 a 16.

| Rozměr úseku těla | Normální proporce muže [cc] | Proband 1 (176,9) | | Proband 2 (170,5) | | Proband 3 (180,1) | | Proband 4 (177,5) | | Proband 5 (175,5) | |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] |
| ao | 6 | 5,80 | 10,26 | 4,83 | 8,24 | 5,33 | 9,61 | 4,83 | 8,58 | 4,90 | 8,60 |
| na | 7,5 | 7,30 | 12,91 | 6,33 | 10,80 | 6,83 | 12,31 | 6,33 | 11,24 | 6,40 | 11,23 |
| zn | 8 | 8,23 | 14,56 | 7,60 | 12,96 | 6,93 | 12,49 | 7,33 | 13,02 | 7,10 | 12,46 |
| bz | 13,5 | 13,73 | 24,29 | 13,10 | 22,34 | 12,43 | 22,39 | 12,83 | 22,78 | 12,60 | 22,11 |
| pb | 10,5 | 10,73 | 18,99 | 10,10 | 17,22 | 9,43 | 16,99 | 9,83 | 17,45 | 9,60 | 16,85 |
| rl | 16,5 | 16,97 | 30,01 | 16,37 | 27,91 | 17,03 | 30,68 | 17,10 | 30,35 | 16,50 | 28,96 |
| ld | 15,5 | 15,97 | 28,25 | 15,37 | 26,20 | 16,03 | 28,88 | 16,10 | 28,58 | 15,50 | 27,20 |
| df | 11 | 11,47 | 20,28 | 10,87 | 18,53 | 11,53 | 20,77 | 11,60 | 20,59 | 11,00 | 19,31 |
| pt | 5 | 6,03 | 10,67 | 6,47 | 11,03 | 5,37 | 9,67 | 5,43 | 9,64 | 5,13 | 9,01 |
| kp | 26 | 26,17 | 46,29 | 26,03 | 44,39 | 26,40 | 47,55 | 26,10 | 46,33 | 26,30 | 46,16 |
| hk | 23 | 23,17 | 40,98 | 23,03 | 39,27 | 23,40 | 42,14 | 23,10 | 41,00 | 23,30 | 40,89 |
| sh | 9 | 8,80 | 15,57 | 9,35 | 15,94 | 8,90 | 16,03 | 8,75 | 15,53 | 9,40 | 16,50 |
| pn | 32 | 32,70 | 57,85 | 30,80 | 52,51 | 28,80 | 51,87 | 30,00 | 53,25 | 29,30 | 51,42 |
| nz | 8 | 8,23 | 14,56 | 7,60 | 12,96 | 6,93 | 12,49 | 7,33 | 13,02 | 7,10 | 12,46 |
| hs | 9 | 8,80 | 15,57 | 9,35 | 15,94 | 8,90 | 16,03 | 8,75 | 15,53 | 9,40 | 16,50 |
| hpdložka | 4 | 4,17 | 7,37 | 4,03 | 6,88 | 4,40 | 7,92 | 4,10 | 7,28 | 4,30 | 7,55 |

Tabulka 15 Individuální proporce úseků těla

| Rozměr úseku těla | Normální proporce muže [cc] | Proband 6 (178,6) | | Proband 7 (175) | | Proband 8 (179) | | Proband 9 (163) | | Proband 10 (177,5) | | Normální proporce ženy [cc] | Proband 11 (161,5) | |
|------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--|---------------------------|-------------------------|
| | | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | | Proporce [cc] | Hodnota [cm] |
| ao | 6 | 5,17 | 9,23 | 5,30 | 9,28 | 5,73 | 10,26 | 5,30 | 8,64 | 5,20 | 9,23 | 5,9 | 5,33 | 8,61 |
| na | 7,5 | 6,67 | 11,91 | 6,80 | 11,90 | 7,23 | 12,95 | 6,80 | 11,08 | 6,70 | 11,89 | 7,5 | 6,93 | 11,20 |
| zn | 8 | 7,87 | 14,05 | 7,40 | 12,95 | 7,90 | 14,14 | 7,37 | 12,01 | 8,83 | 15,68 | 8,4 | 8,10 | 13,08 |
| bz | 13,5 | 13,37 | 23,87 | 12,90 | 22,58 | 13,40 | 23,99 | 12,87 | 20,97 | 14,33 | 25,44 | 14,2 | 13,90 | 22,45 |
| pb | 10,5 | 10,37 | 18,51 | 9,90 | 17,33 | 10,40 | 18,62 | 9,87 | 16,08 | 11,33 | 20,12 | 11 | 10,70 | 17,28 |
| rl | 16,5 | 17,17 | 30,66 | 17,50 | 30,63 | 17,33 | 31,03 | 17,67 | 28,80 | 18,20 | 32,31 | 16 | 16,70 | 26,97 |
| ld | 15,5 | 16,17 | 28,87 | 16,50 | 28,88 | 16,33 | 29,24 | 16,67 | 27,17 | 17,20 | 30,53 | 15 | 15,70 | 25,36 |
| df | 11 | 11,67 | 20,84 | 12,00 | 21,00 | 11,83 | 21,18 | 12,17 | 19,83 | 12,70 | 22,54 | 11 | 11,70 | 18,90 |
| pt | 5 | 6,17 | 11,01 | 5,73 | 10,03 | 5,03 | 9,01 | 6,40 | 10,43 | 5,63 | 10,00 | 5 | 6,07 | 9,80 |
| kp | 26 | 26,57 | 47,45 | 25,97 | 45,44 | 26,50 | 47,44 | 26,00 | 42,38 | 27,03 | 47,98 | 25,5 | 26,03 | 42,04 |
| hk | 23 | 23,57 | 42,09 | 22,97 | 40,19 | 23,50 | 42,07 | 23,00 | 37,49 | 24,03 | 42,66 | 22,5 | 23,03 | 37,20 |
| sh | 9 | 9,00 | 16,07 | 9,00 | 15,75 | 8,70 | 15,57 | 9,15 | 14,91 | 9,15 | 16,24 | 9 | 8,60 | 13,89 |
| pn | 32 | 31,60 | 56,44 | 30,20 | 52,85 | 31,70 | 56,74 | 30,10 | 49,06 | 34,50 | 61,24 | 33,6 | 32,70 | 52,81 |
| nz | 8 | 7,87 | 14,05 | 7,40 | 12,95 | 7,90 | 14,14 | 7,37 | 12,01 | 8,83 | 15,68 | 8,4 | 8,10 | 13,08 |
| hs | 9 | 9,00 | 16,07 | 9,00 | 15,75 | 8,70 | 15,57 | 9,15 | 14,91 | 8,75 | 15,53 | 9 | 8,60 | 13,89 |
| hpodložka | 4 | 4,57 | 8,16 | 3,97 | 6,94 | 4,50 | 8,06 | 4,00 | 6,52 | 5,03 | 8,93 | 4 | 4,53 | 7,32 |

Tabulka 16 Individuální proporce - pokračování

Příloha 2

V tabulkách 17 a 18 jsou rozměry úseků lidského těla vypočítané dle postupu stanoveného Dr. Maškem, které doplňují tabulky z kapitoly 7.2.1. Výpočet rozměru individuálních proporcí je totožný s výpočtem v předchozím postupu.

| Rozměr úseku těla | <i>Normální proporce muže [cc]</i> | Proband 1 (176,9) | | Proband 2 (170,5) | | Proband 3 (180,1) | | Proband 4 (177,5) | | Proband 5 (175,5) | |
|-------------------|--|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] |
| ao | 6 | 5,80 | 10,27 | 4,89 | 8,34 | 5,34 | 9,63 | 4,88 | 8,66 | 4,94 | 8,66 |
| na | 7,5 | 7,26 | 12,83 | 6,12 | 10,43 | 6,68 | 12,03 | 6,10 | 10,83 | 6,17 | 10,83 |
| zn | 8 | 8,16 | 14,44 | 7,70 | 13,14 | 7,24 | 13,04 | 7,53 | 13,37 | 7,35 | 12,90 |
| bz | 13,5 | 13,77 | 24,36 | 13,00 | 22,17 | 12,22 | 22,01 | 12,71 | 22,57 | 12,40 | 21,77 |
| pb | 10,5 | 10,71 | 18,95 | 10,11 | 17,24 | 9,50 | 17,12 | 9,89 | 17,55 | 9,65 | 16,93 |
| rl | 16,5 | 17,00 | 30,07 | 16,34 | 27,87 | 17,10 | 30,80 | 17,15 | 30,43 | 16,51 | 28,97 |
| ld | 15,5 | 15,97 | 28,24 | 15,35 | 26,18 | 16,07 | 28,93 | 16,11 | 28,59 | 15,50 | 27,21 |
| df | 11 | 10,55 | 18,66 | 10,94 | 18,66 | 10,36 | 18,66 | 10,51 | 18,66 | 10,63 | 18,66 |
| pt | 5 | 5,92 | 10,48 | 6,32 | 10,78 | 5,32 | 9,58 | 5,40 | 9,58 | 5,12 | 8,98 |
| kp | 26 | 26,24 | 46,41 | 26,05 | 44,41 | 26,60 | 47,91 | 26,15 | 46,41 | 26,44 | 46,41 |
| hk | 23 | 23,21 | 41,06 | 23,04 | 39,29 | 23,53 | 42,38 | 23,13 | 41,06 | 23,39 | 41,06 |
| sh | 9 | 8,75 | 15,48 | 9,41 | 16,05 | 8,91 | 16,05 | 8,72 | 15,48 | 9,47 | 16,62 |
| pn | 32 | 32,65 | 57,75 | 30,82 | 52,54 | 28,96 | 52,17 | 30,14 | 53,49 | 29,40 | 51,60 |
| nz | 8 | 8,16 | 14,44 | 7,70 | 13,14 | 7,24 | 13,04 | 7,53 | 13,37 | 7,35 | 12,90 |
| hs | 9 | 8,75 | 15,48 | 9,41 | 16,05 | 8,91 | 16,05 | 8,72 | 15,48 | 9,47 | 16,62 |
| hpodložka | 4 | 4,04 | 7,14 | 4,01 | 6,83 | 4,09 | 7,37 | 4,02 | 7,14 | 4,07 | 7,14 |

Tabulka 17 Rozměry úseků těla vypočítané dle metody Dr. Maška

| Rozměr úseku těla | <i>Normální proporce muže [cc]</i> | Proband 6 (178,6) | | Proband 7 (175) | | Proband 8 (179) | | Proband 9 (163) | | Proband 10 (177,5) | | <i>Normální proporce ženy [cc]</i> | Proband 11 (161,5) | |
|------------------------------|---|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| | | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | Proporce [cc] | Hodnota [cm] | | Proporce [cc] | Hodnota [cm] |
| ao | 6 | 5,21 | 9,30 | 5,32 | 9,30 | 5,74 | 10,27 | 5,31 | 8,66 | 5,24 | 9,30 | 5,9 | 5,36 | 8,66 |
| na | 7,5 | 6,51 | 11,63 | 6,65 | 11,63 | 7,17 | 12,83 | 6,64 | 10,83 | 6,55 | 11,63 | 7,5 | 6,81 | 11,01 |
| zn | 8 | 7,90 | 14,11 | 7,57 | 13,25 | 7,93 | 14,20 | 7,55 | 12,31 | 8,60 | 15,27 | 8,4 | 8,18 | 13,21 |
| bz | 13,5 | 13,33 | 23,80 | 12,78 | 22,37 | 13,39 | 23,96 | 12,74 | 20,77 | 13,39 | 23,76 | 14,2 | 13,83 | 22,34 |
| pb | 10,5 | 10,37 | 18,51 | 9,94 | 17,40 | 10,41 | 18,64 | 9,91 | 16,15 | 11,29 | 20,04 | 11 | 10,71 | 17,30 |
| rl | 16,5 | 17,25 | 30,80 | 17,60 | 30,80 | 17,41 | 31,17 | 17,77 | 28,97 | 18,38 | 32,63 | 16 | 16,78 | 27,09 |
| ld | 15,5 | 16,20 | 28,93 | 16,53 | 28,93 | 16,36 | 29,28 | 16,69 | 27,21 | 17,27 | 30,66 | 15 | 15,73 | 25,40 |
| df | 11 | 10,45 | 18,66 | 10,10 | 17,68 | 10,42 | 18,66 | 10,24 | 16,70 | 10,51 | 18,66 | 11 | 10,34 | 16,70 |
| pt | 5 | 6,03 | 10,78 | 5,65 | 9,88 | 5,02 | 8,98 | 6,25 | 10,18 | 5,57 | 9,88 | 5 | 5,88 | 9,50 |
| kp | 26 | 26,82 | 47,91 | 25,95 | 45,41 | 26,76 | 47,91 | 26,02 | 42,42 | 27,55 | 48,91 | 25,5 | 26,32 | 42,50 |
| hk | 23 | 23,73 | 42,38 | 22,96 | 40,17 | 23,68 | 42,38 | 23,02 | 37,52 | 24,37 | 43,26 | 22,5 | 23,22 | 37,50 |
| sh | 9 | 8,99 | 16,05 | 8,84 | 15,48 | 8,65 | 15,48 | 9,14 | 14,90 | 8,72 | 15,48 | 9 | 8,52 | 13,76 |
| pn | 32 | 31,59 | 56,43 | 30,30 | 53,02 | 31,73 | 56,80 | 30,20 | 49,23 | 34,40 | 61,07 | 33,6 | 32,73 | 52,85 |
| nz | 8 | 7,90 | 14,11 | 7,57 | 13,25 | 7,93 | 14,20 | 7,55 | 12,31 | 8,60 | 15,27 | 8,4 | 8,18 | 13,21 |
| hs | 9 | 8,99 | 16,05 | 8,84 | 15,48 | 8,65 | 15,48 | 9,14 | 14,90 | 8,72 | 15,48 | 9 | 8,52 | 13,76 |
| hpodložka | 4 | 4,13 | 7,37 | 3,99 | 6,99 | 4,12 | 7,37 | 4,00 | 6,53 | 4,24 | 7,52 | 4 | 4,13 | 6,67 |

Tabulka 18 Rozměry úseků těla vypočítané dle metody Dr. Maška - pokračování

Příloha 3

Porovnání metod výpočtu hodnot stanovených metodou zvolenou pozorovatelem v této práci a poté metodou dle publikace Dr. Maška. V následujících tabulkách 19 až 21 jsou vypočítány difference mezi jednotlivými metodami a navazují na kapitolu 7.2.2.

| Rozměr úseku těla | Proband 1 (176,9) | | | Proband 2 (170,5) | | | Proband 3 (180,1) | | | Proband 4 (177,5) | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|-------------------|-----------------|-----------|
| | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference |
| ao | 5,80 | 5,80 | 0,00 | 4,83 | 4,89 | -0,06 | 5,33 | 5,34 | -0,01 | 4,83 | 4,88 | -0,05 |
| na | 7,30 | 7,26 | 0,04 | 6,33 | 6,12 | 0,22 | 6,83 | 6,68 | 0,15 | 6,33 | 6,10 | 0,23 |
| zn | 8,23 | 8,16 | 0,07 | 7,60 | 7,70 | -0,10 | 6,93 | 7,24 | -0,31 | 7,33 | 7,53 | -0,20 |
| bz | 13,73 | 13,77 | -0,04 | 13,10 | 13,00 | 0,10 | 12,43 | 12,22 | 0,21 | 12,83 | 12,71 | 0,12 |
| pb | 10,73 | 10,71 | 0,02 | 10,10 | 10,11 | -0,01 | 9,43 | 9,50 | -0,07 | 9,83 | 9,89 | -0,05 |
| rl | 16,97 | 17,00 | -0,03 | 16,37 | 16,34 | 0,02 | 17,03 | 17,10 | -0,07 | 17,10 | 17,15 | -0,05 |
| ld | 15,97 | 15,97 | 0,00 | 15,37 | 15,35 | 0,01 | 16,03 | 16,07 | -0,03 | 16,10 | 16,11 | -0,01 |
| df | 11,47 | 10,55 | 0,92 | 10,87 | 10,94 | -0,08 | 11,53 | 10,36 | 1,17 | 11,60 | 10,51 | 1,09 |
| pt | 6,03 | 5,92 | 0,11 | 6,47 | 6,32 | 0,14 | 5,37 | 5,32 | 0,05 | 5,43 | 5,40 | 0,04 |
| kp | 26,17 | 26,24 | -0,07 | 26,03 | 26,05 | -0,02 | 26,40 | 26,60 | -0,20 | 26,10 | 26,15 | -0,05 |
| hk | 23,17 | 23,21 | -0,04 | 23,03 | 23,04 | -0,01 | 23,40 | 23,53 | -0,13 | 23,10 | 23,13 | -0,03 |
| sh | 8,80 | 8,75 | 0,05 | 9,35 | 9,41 | -0,06 | 8,90 | 8,91 | -0,01 | 8,75 | 8,72 | 0,03 |
| pn | 32,70 | 32,65 | 0,05 | 30,80 | 30,82 | -0,02 | 28,80 | 28,96 | -0,16 | 30,00 | 30,14 | -0,14 |
| nz | 8,23 | 8,16 | 0,07 | 7,60 | 7,70 | -0,10 | 6,93 | 7,24 | -0,31 | 7,33 | 7,53 | -0,20 |
| hs | 8,80 | 8,75 | 0,05 | 9,35 | 9,41 | -0,06 | 8,90 | 8,91 | -0,01 | 8,75 | 8,72 | 0,03 |
| hpodložka | 4,17 | 4,04 | 0,13 | 4,03 | 4,01 | 0,03 | 4,40 | 4,09 | 0,31 | 4,10 | 4,02 | 0,08 |

Tabulka 19 Porovnání metod výpočtu

| Rozměr úseku těla | Proband 5 (175,5) | | | Proband 6 (178,6) | | | Proband 7 (175) | | | Proband 8 (179) | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|
| | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference |
| ao | 4,90 | 4,94 | -0,04 | 5,17 | 5,21 | -0,04 | 5,30 | 5,32 | -0,02 | 5,73 | 5,74 | 0,00 |
| na | 6,40 | 6,17 | 0,23 | 6,67 | 6,51 | 0,15 | 6,80 | 6,65 | 0,15 | 7,23 | 7,17 | 0,06 |
| zn | 7,10 | 7,35 | -0,25 | 7,87 | 7,90 | -0,03 | 7,40 | 7,57 | -0,17 | 7,90 | 7,93 | -0,03 |
| bz | 12,60 | 12,40 | 0,20 | 13,37 | 13,33 | 0,04 | 12,90 | 12,78 | 0,12 | 13,40 | 13,39 | 0,01 |
| pb | 9,60 | 9,65 | -0,05 | 10,37 | 10,37 | 0,00 | 9,90 | 9,94 | -0,04 | 10,40 | 10,41 | -0,01 |
| rl | 16,50 | 16,51 | -0,01 | 17,17 | 17,25 | -0,08 | 17,50 | 17,60 | -0,10 | 17,33 | 17,41 | -0,08 |
| ld | 15,50 | 15,50 | 0,00 | 16,17 | 16,20 | -0,03 | 16,50 | 16,53 | -0,03 | 16,33 | 16,36 | -0,02 |
| df | 11,00 | 10,63 | 0,37 | 11,67 | 10,45 | 1,22 | 12,00 | 10,10 | 1,90 | 11,83 | 10,42 | 1,41 |
| pt | 5,13 | 5,12 | 0,02 | 6,17 | 6,03 | 0,13 | 5,73 | 5,65 | 0,09 | 5,03 | 5,02 | 0,02 |
| kp | 26,30 | 26,44 | -0,14 | 26,57 | 26,82 | -0,26 | 25,97 | 25,95 | 0,02 | 26,50 | 26,76 | -0,26 |
| hk | 23,30 | 23,39 | -0,09 | 23,57 | 23,73 | -0,16 | 22,97 | 22,96 | 0,01 | 23,50 | 23,68 | -0,18 |
| sh | 9,40 | 9,47 | -0,07 | 9,00 | 8,99 | 0,01 | 9,00 | 8,84 | 0,16 | 8,70 | 8,65 | 0,05 |
| pn | 29,30 | 29,40 | -0,10 | 31,60 | 31,59 | 0,01 | 30,20 | 30,30 | -0,10 | 31,70 | 31,73 | -0,03 |
| nz | 7,10 | 7,35 | -0,25 | 7,87 | 7,90 | -0,03 | 7,40 | 7,57 | -0,17 | 7,90 | 7,93 | -0,03 |
| hs | 9,40 | 9,47 | -0,07 | 9,00 | 8,99 | 0,01 | 9,00 | 8,84 | 0,16 | 8,70 | 8,65 | 0,05 |
| hpodložka | 4,30 | 4,07 | 0,23 | 4,57 | 4,13 | 0,44 | 3,97 | 3,99 | -0,03 | 4,50 | 4,12 | 0,38 |

Tabulka 20 Porovnání metod výpočtu - pokračování

| Rozměr úseku těla | Proband 9 (163) | | | Proband 10 (177,5) | | | Proband 11 - žena (161,5) | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------|
| | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference | Proporce 1 [cc] | Proporce 2 [cc] | Diference |
| ao | 5,30 | 5,31 | -0,01 | 5,20 | 5,24 | -0,04 | 5,33 | 5,36 | -0,03 |
| na | 6,80 | 6,64 | 0,16 | 6,70 | 6,55 | 0,15 | 6,93 | 6,81 | 0,12 |
| zn | 7,37 | 7,55 | -0,18 | 8,83 | 8,60 | 0,23 | 8,10 | 8,18 | -0,08 |
| bz | 12,87 | 12,74 | 0,12 | 14,33 | 13,39 | 0,95 | 13,90 | 13,83 | 0,07 |
| pb | 9,87 | 9,91 | -0,04 | 11,33 | 11,29 | 0,04 | 10,70 | 10,71 | -0,01 |
| rl | 17,67 | 17,77 | -0,10 | 18,20 | 18,38 | -0,18 | 16,70 | 16,78 | -0,08 |
| ld | 16,67 | 16,69 | -0,03 | 17,20 | 17,27 | -0,07 | 15,70 | 15,73 | -0,03 |
| df | 12,17 | 10,24 | 1,92 | 12,70 | 10,51 | 2,19 | 11,70 | 10,34 | 1,36 |
| pt | 6,40 | 6,25 | 0,15 | 5,63 | 5,57 | 0,07 | 6,07 | 5,88 | 0,19 |
| kp | 26,00 | 26,02 | -0,02 | 27,03 | 27,55 | -0,52 | 26,03 | 26,32 | -0,28 |
| hk | 23,00 | 23,02 | -0,02 | 24,03 | 24,37 | -0,34 | 23,03 | 23,22 | -0,19 |
| sh | 9,15 | 9,14 | 0,01 | 9,15 | 8,72 | 0,43 | 8,60 | 8,52 | 0,08 |
| pn | 30,10 | 30,20 | -0,10 | 34,50 | 34,40 | 0,10 | 32,70 | 32,73 | -0,03 |
| nz | 7,37 | 7,55 | -0,18 | 8,83 | 8,60 | 0,23 | 8,10 | 8,18 | -0,08 |
| hs | 9,15 | 9,14 | 0,01 | 8,75 | 8,72 | 0,03 | 8,60 | 8,52 | 0,08 |
| hpodložka | 4,00 | 4,00 | 0,00 | 5,03 | 4,24 | 0,79 | 4,53 | 4,13 | 0,41 |

Tabulka 21 Porovnání metod výpočtu - pokračování

Příloha 4

Geometrická konstrukce lidského těla

Pro konstrukci lidského těla byly použity individuální rozměry a proporce deseti probandů, kteří byli změřeny kontaktní metodou dle normy ČSN 80 0090. V postupu je zobrazen pouze proband 1, další rozměry jsou v elektronické příloze. V tabulkách 22 až 34 je popsán postup konstruování makety lidského těla s rozměry kružnic a úseček probanda 1.

Značení a symboly:

o, a, n,... - středy kloubů značeny malými písmeny řecké abecedy

1, 2, 3,... - body a průsečíky budou značeny arabskými číslicemi

K s indexem – symbol kružnic s označením jejich středu, soustředné kružnice jsou s horním indexem např. (K_p , $K_{p'}$, $K_{p''}$,...)

r s indexem – symbol označující poloměr kružnice s indexem odpovídajícím indexu dané kružnice např. (K_p je opsána poloměrem r_p)

T – symbol pro tečnu. Horní index označuje střed kružnice, které se tečna dotýká. Spodní index označuje bod, kterým tečna prochází. Např. (T_2^h , T_s^h ,...).

P – symbol pro pomocné přímky. Index udává bod, kterým přímka prochází.

[2]

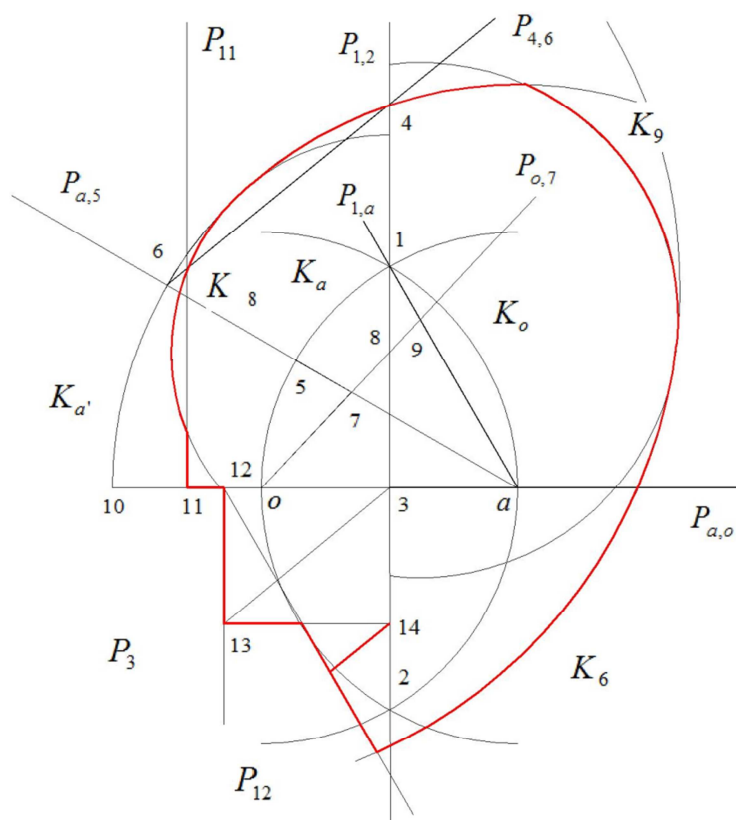
KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – HLAVA

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

| | | | Proband 1 (176,9) | |
|------|--|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímkou a vyznačíme body ao | ao | 5,80 | 10,26 |
| 2. | Opíšeme kružnice K_a a K_o | $r_a - r_o = ao $ | 5,80 | 10,26 |
| 3. | Narýsujeme osu úsečky ao a její střed v bodě 3 | $\frac{1}{2} ao = 3$ | 2,90 | 5,13 |
| 4. | Vyznačíme průsečíky kružnic K_a a K_o v bodě 1, 2 | | | |
| 5. | Na osu úsečky ao nanese vzdálenost bodů 3, 4 | $3, 4 = 1,5 ao $ | 8,70 | 15,39 |
| 6. | Opíšeme kružnici K_a' → protnutím prodloužené ao vznikne bod 10 | $r_a' = a4 $ | | |
| 7. | Bodem 5 je rozpůlen oblouk o1 | $\frac{1}{2} o1 = 5$ | | |
| 8. | Prodloužení a5 vznikne průsečík kružnice K_a' v bodě 6 | | | |
| 9. | Opíšeme kružnici K_6 | $r_6 = 2 ao $ | 11,60 | 20,52 |
| 10. | Rozdělíme vzdálenost 5a na 4 stejné díly a v první čtvrtině vyznačíme bod 7 | $ 5a / 4$ | 1,45 | 2,57 |
| 11. | Prodloužením o7 protne úsečku 12 v bodě 8 a úsečku 1a v bodě 9 | | | |
| 12. | Rýsujeme K_8 dotýkající se K_a' | | | |
| 13. | Rýsujeme K_9 dotýkající se K_6 | | | |
| 14. | Rozdělíme vzdálenost o10 na $\frac{1}{2}$ a vyznačíme bod 11 | $\frac{1}{2} o10 = 11$ | | 2,98 |
| 15. | Rozdělíme vzdálenost o11 na $\frac{1}{2}$ a vyznačíme bod 12 | $\frac{1}{2} o11 = 12$ | | 1,49 |
| 16. | V bodě 11 vztyčíme kolmici P_{11} | $ o10 \perp P_{11}$ | | |
| 17. | V bodě 12 vztyčíme kolmici P_{12} | $ o10 \perp P_{12}$ | | |
| 18. | Spojením bodů 4, 6 vznikne spojnice $P_{4,6}$ | | | |
| 19. | Rýsujeme P_3 procházející bodem 3 | $P_3 // P_{4,6}$ | | |

| | | | | |
|-----|--|----------------------------|--|--|
| 20. | Protnutím přímky P_3 s P_{12} vznikne bod 13 | $P_3 \cap P_{12} = 13$ | | |
| 21. | Bodem 13 vedeme rovnoběžku s ao , protnutím úsečky 23 vznikne bod 14 | $ 1314 \parallel ao $ | | |
| 22. | Bodem 14 vedeme rovnoběžku s $P_{4,6}$ | $P_{14} \parallel P_{4,6}$ | | |
| 23. | Bodem 12 vedeme rovnoběžku s $P_{1,a}$ | $P_{12} \parallel P_{1,a}$ | | |

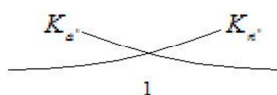
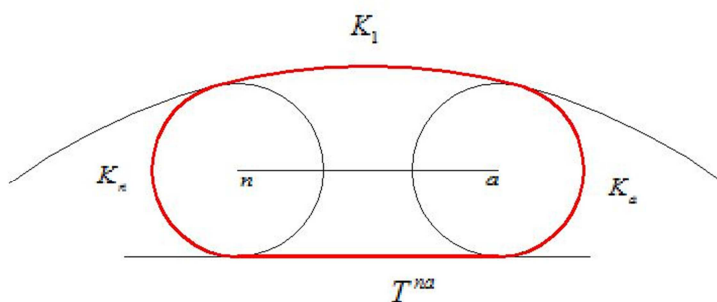
Tabulka 22 Konstrukce modelu lidského těla – hlava ^[2]



Obrázek č. 21 Konstrukce modelu lidského těla - Hlava

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – KRK Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|---|---|--|-----------------------|------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímku a vyznačíme body na | na | 7,30 | 12,91 |
| 2. | Opíšeme kružnice K_n a K_a | $r_n = r_a = \mathbf{na} $ | 2,43 | 4,30 |
| 3. | Opíšeme část kružnic K_n' a K_a' | $r_{n'} = r_{a'} = 2 \times \mathbf{na} $ | 14,60 | 25,83 |
| 4. | Průnik kružnic K_n' a K_a' označíme bodem 1 | $K_n' \cap K_a' = 1$ | | |
| 5. | Opíšeme část kružnice K_1 , která se dotýká K_n a K_a | | | |
| 6. | Rýsujeme tečnu T^{na} | | | |

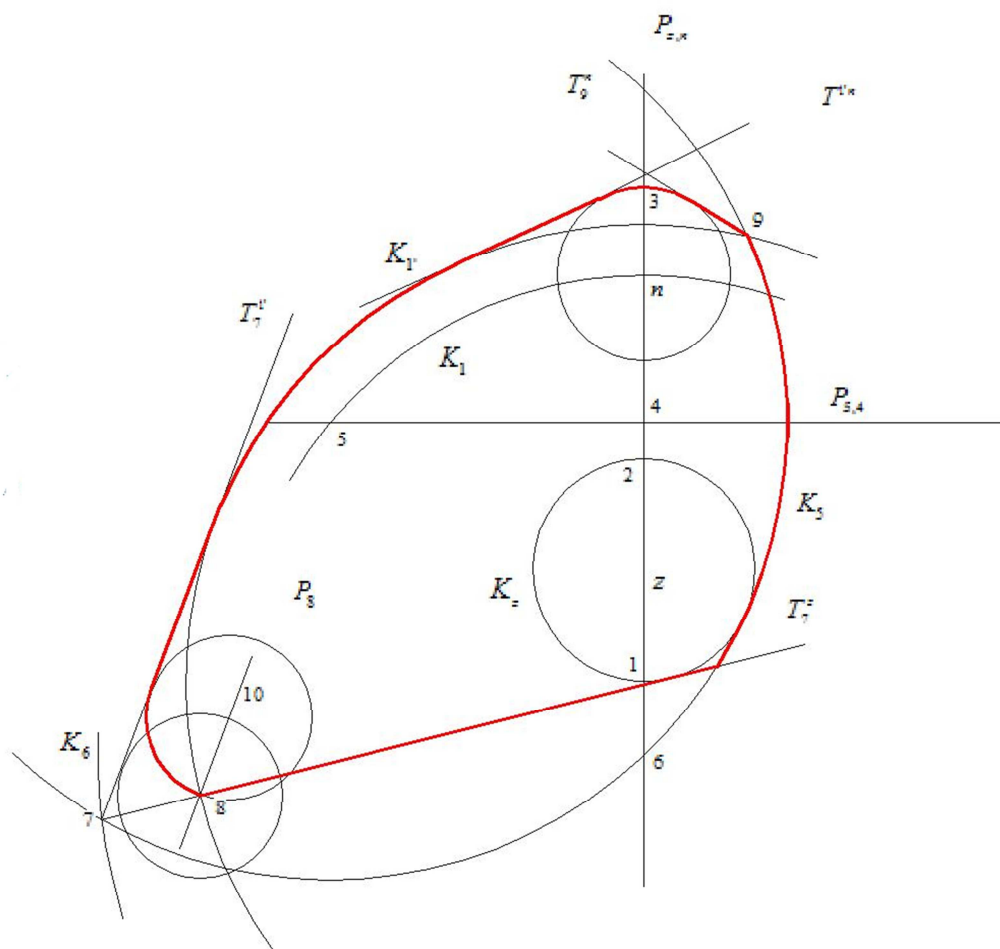
Tabulka 23 Konstrukce modelu lidského těla – Krk ^[2]



Obrázek č. 22 Konstrukce modelu lidského těla – Krk

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – HORNÍ TRUP Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|--|---|--|------------------------------|-------------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímku a vyznačíme body zn | $ zn $ | 8,23 | 14,56 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_z | r_z | 3,08 | 5,46 |
| 3. | Opíšeme kružnici K_n | r_n | 2,43 | 4,30 |
| 4. | Protnutím přímky $P_{z,n}$ s kružnicemi K_z a K_n vzniknou body 1, 2, 3 | $P_{z,n} \cap K_z = 1, 2$ | | |
| 5. | Narýsujeme osu úsečky zn a její střed v bodě 4 | $\frac{1}{2} zn = 4$ | 4,12 | 7,28 |
| 6. | Opíšeme část kružnice K_1 | $r_1 = 1n $ | 11,32 | 20,02 |
| 7. | V bodě 4 vztyčíme kolmici k přímce $P_{z,n}$, která protne K_1 v bodě 5 | $ 45 \perp P_{z,n}$ $K_1 \cap P_{5,4} = 5$ | | |
| 8. | Opíšeme část kružnice K_5 , která se dotýká K_z | | | |
| 9. | K_5 protne $P_{z,n}$ v bodě 6 | $K_5 \cap P_{z,n} = 6$ | | |
| 10. | Opíšeme část kružnice K_6 | $r_6 = 2x 23 $ | 7,58 | 26,82 |
| 11. | K_5 protíná K_6 v bodě 7 | $K_5 \cap K_6 = 7$ | | |
| 12. | Rýsujeme tečnu T_7^z | | | |
| 13. | Opíšeme část kružnice $K_{1'}$ | $r_{1'} = r_5$ | | 22,53 |
| 14. | $K_{1'}$ protíná T_7^z v bodě 8 | $K_{1'} \cap T_7^z = 8$ | | |
| 15. | $K_{1'}$ protíná K_5 v bodě 9 | $K_{1'} \cap K_5 = 9$ | | |
| 16. | Rýsujeme tečnu $T_7^{1'}$ | | | |
| 17. | Bodem 8 prochází přímka P_8 , která je rovnoběžná s tečnou $T_7^{1'}$ | $P_8 // T_7^{1'}$ | | |
| 18. | Opíšeme kružnici K_8 , která se dotýká $T_7^{1'}$ | | | |
| 19. | K_8 protíná P_8 v bodě 10 | $K_8 \cap P_8 = 10$ | | |
| 20. | Opíšeme kružnici K_{10} | $r_{10} = r_8$ | | |
| 21. | Rýsujeme tečny $T^{1'n}$ a T_9^n | | | |

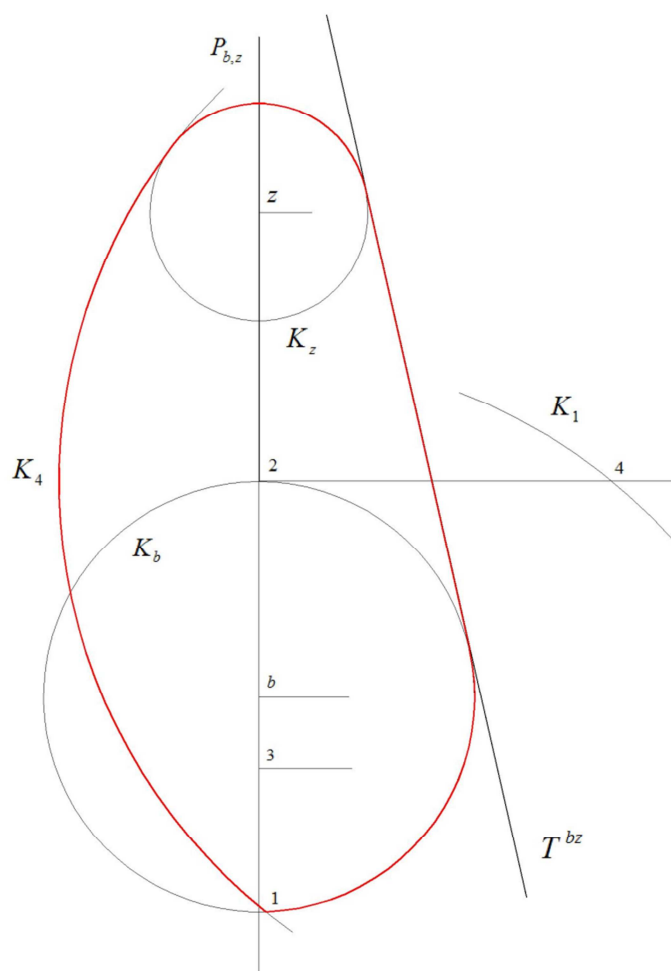
Tabulka 24 Konstrukce modelu lidského těla – horní trup ^[2]



Obrázek č. 23 Konstrukce modelu lidského těla - Horní trup

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – STŘEDNÍ TRUP Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|--|--|--|-----------------------|------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímkou a vyznačíme body bz | $ bz $ | 13,73 | 24,29 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_b | r_b | 6,10 | 10,80 |
| 3. | Opíšeme kružnici K_z | r_z | 3,08 | 5,46 |
| 4. | Kružnice K_b protne přímkou $P_{b,z}$ v bodech 1, 2 | $K_b \cap K_{b,z} = 1, 2$ | | |
| 5. | Rozdělíme vzdálenost $ b1 $ na třetiny a v $\frac{1}{3}$ vyznačíme bod 3 | $\frac{1}{3} b1 = 3$ | 2,03 | 3,60 |
| 6. | Opíšeme část kružnice K_1 | $r_1 = 3z $ | 15,77 | 27,89 |
| 7. | V bodě 2 vztyčíme kolmici k přímce $P_{b,z}$, která protne K_1 v bodě 4 | $ 24 \perp P_{b,z}$ $K_1 \cap P_{b,z} = 4$ | | |
| 8. | Opíšeme část kružnice K_4 , která se dotýká K_z | | | |
| 9. | Rýsujeme tečnu T_{bz} | | | |

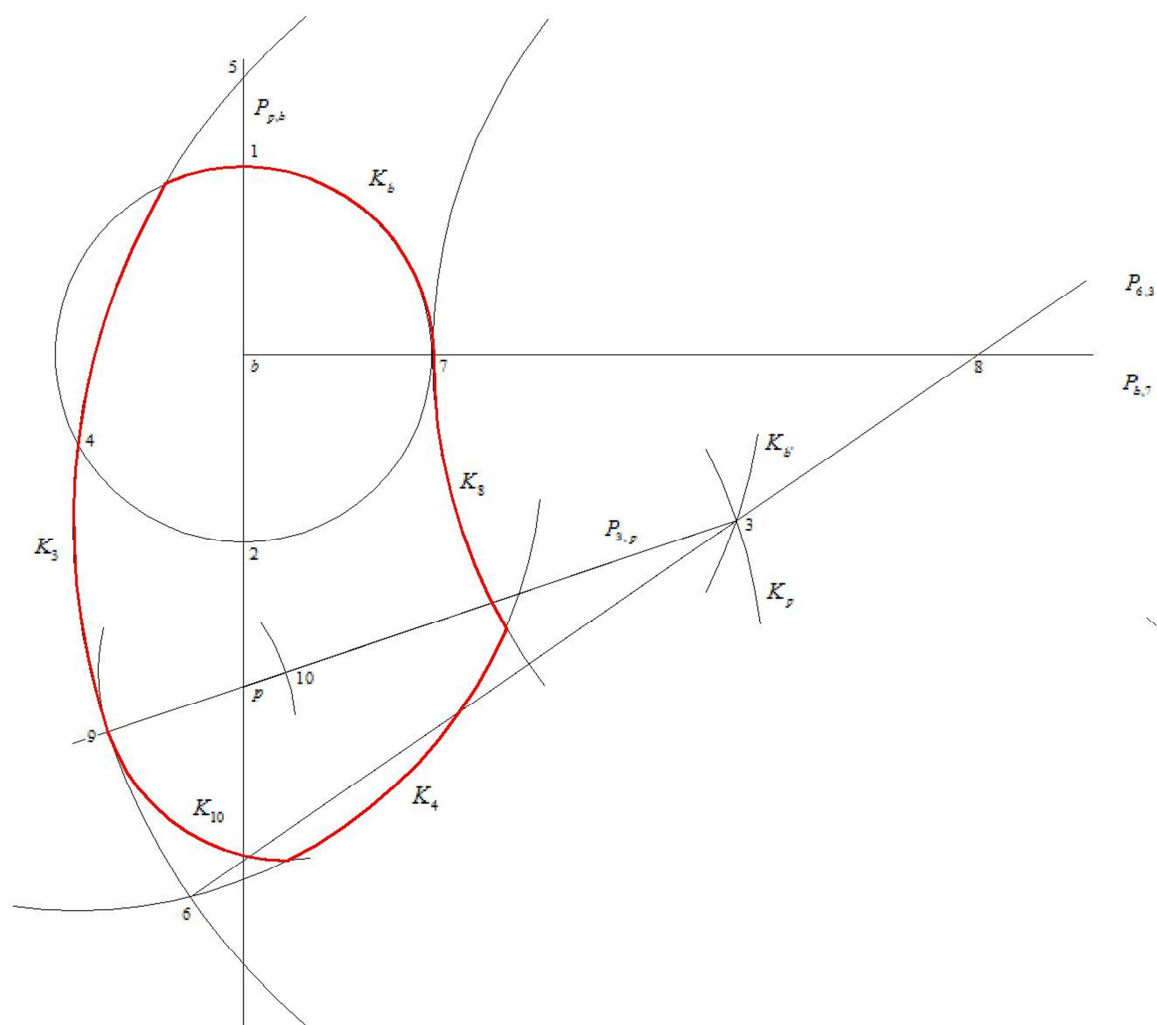
Tabulka 25 Konstrukce modelu lidského těla – Střední trup ^[2]



Obrázek č. 24 Konstrukce modelu lidského těla – Střední trup

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – SPODNÍ TRUP Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|---|--|---|------------------------------|-------------------------------|
| | | | P1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímkou a vyznačíme body pb | $ \mathbf{pb} $ | 10,73 | 18,99 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_b | r_b | 6,10 | 10,80 |
| 3. | Průsečíky kružnice K_b s přímkou $P_{p,b}$ označíme body 1, 2 | $K_b \cap P_{p,b} = 1, 2$ | | |
| 4. | Opíšeme část kružnic K_b a K_p | $r_b = r_p = \mathbf{p1} $ | 16,84 | 29,78 |
| 5. | K_p protíná K_b v bodě 3 | $K_p \cap K_b = 3$ | | |
| 6. | Opíšeme část kružnice K_3 | $r_3 = 2x \mathbf{pb} $ | 21,47 | 37,97 |
| 7. | K_3 protíná K_b v bodě 4 | $K_3 \cap K_b = 4$ | | |
| 8. | K_3 protíná $P_{p,b}$ v bodě 5 | $K_3 \cap P_{p,b} = 5$ | | |
| 9. | Opíšeme část kružnice K_4 | $r_4 = 25 $ | | 26,70 |
| 10. | K_4 protíná K_3 v bodě 6 | $K_4 \cap K_3 = 6$ | | |
| 11. | Spojením bodu 6 s bodem 3 vznikne přímka $P_{6,3}$ | | | |
| 12. | V bodě b vztyčíme kolmici k přímce $P_{p,b}$, která protne K_p v bodě 7 | $P_{b,7} \perp P_{p,b}$ $K_b \cap P_{b,7} = 7$ | | |
| 13. | Protnutím $P_{6,3}$ s $P_{b,7}$ vznikne bod 8 | $P_{6,3} \cap P_{b,7} = 8$ | | |
| 14. | Opíšeme část kružnice K_8 | $r_8 = 87 $ | | |
| 15. | Spojením bodu 3 s bodem p vznikne přímka $P_{3,p}$, která protne K_3 v bodě 9 | $P_{3,p} \cap K_3 = 9$ | | |
| 16. | Vyznačíme bod 10 | $ 910 = r_b$ | 6,10 | 10,80 |
| 17. | Opíšeme část kružnice K_{10} | $r_{10} = r_b$ | 6,10 | 10,80 |

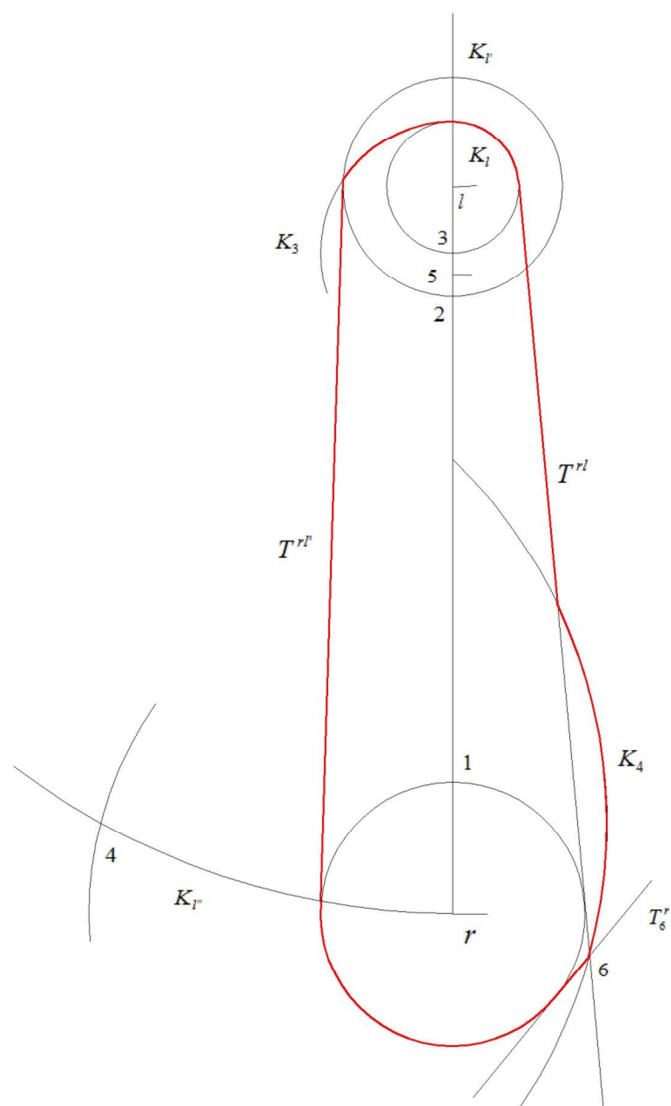
Tabulka 26 Konstrukce modelu lidského těla – spodní trup ^[2]



Obrázek č. 25 Konstrukce modelu lidského těla - Spodní trup

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – RAMENO Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|--|---|---|------------------------------|-------------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímkou a vyznačíme body rl | rl | 16,97 | 30,01 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_r | r_r | 3,08 | 5,46 |
| 3. | Opíšeme kružnici K_l | r_l | 1,54 | 2,73 |
| 4. | Opíšeme kružnici $K_{l'}$ | $r_{l'} = 5/3 r_l$ | 2,57 | 4,55 |
| 5. | Na úsečce rl vyznačíme body 1, 2, 3, které označují průnik s kružnicemi K_r , $K_{l'}$, K_l | $r_l \cap K_r = 1$ $r_l \cap K_{l'} = 2$ $r_l \cap K_l = 3$ | | |
| 6. | Opíšeme část kružnice $K_{l''}$ | $r_{l''} = rl $ | 16,97 | 30,01 |
| 7. | Na $K_{l''}$ vyznačíme bod 4 | $ r_4 = 1/2 rl $ | 8,48 | 15,01 |
| 8. | Rozdělíme $ 23 $ na $1/2$ a vyznačíme bod 5 | $1/2 23 = 5$ | | 0,91 |
| 9. | Opíšeme část kružnice K_4 | $r_4 = 15 $ | | 20,91 |
| 10. | Opíšeme část kružnice K_3 | $r_3 = 2 \times r_l$ | 3,08 | 5,46 |
| 11. | Rýsujeme tečny T^{rl} a $T^{rl'}$ | | | |
| 12. | T^{rl} protíná K_4 v bodě 6 | $T^{rl} \cap K_4 = 6$ | | |
| 13. | Rýsujeme tečny T_6^r | | | |

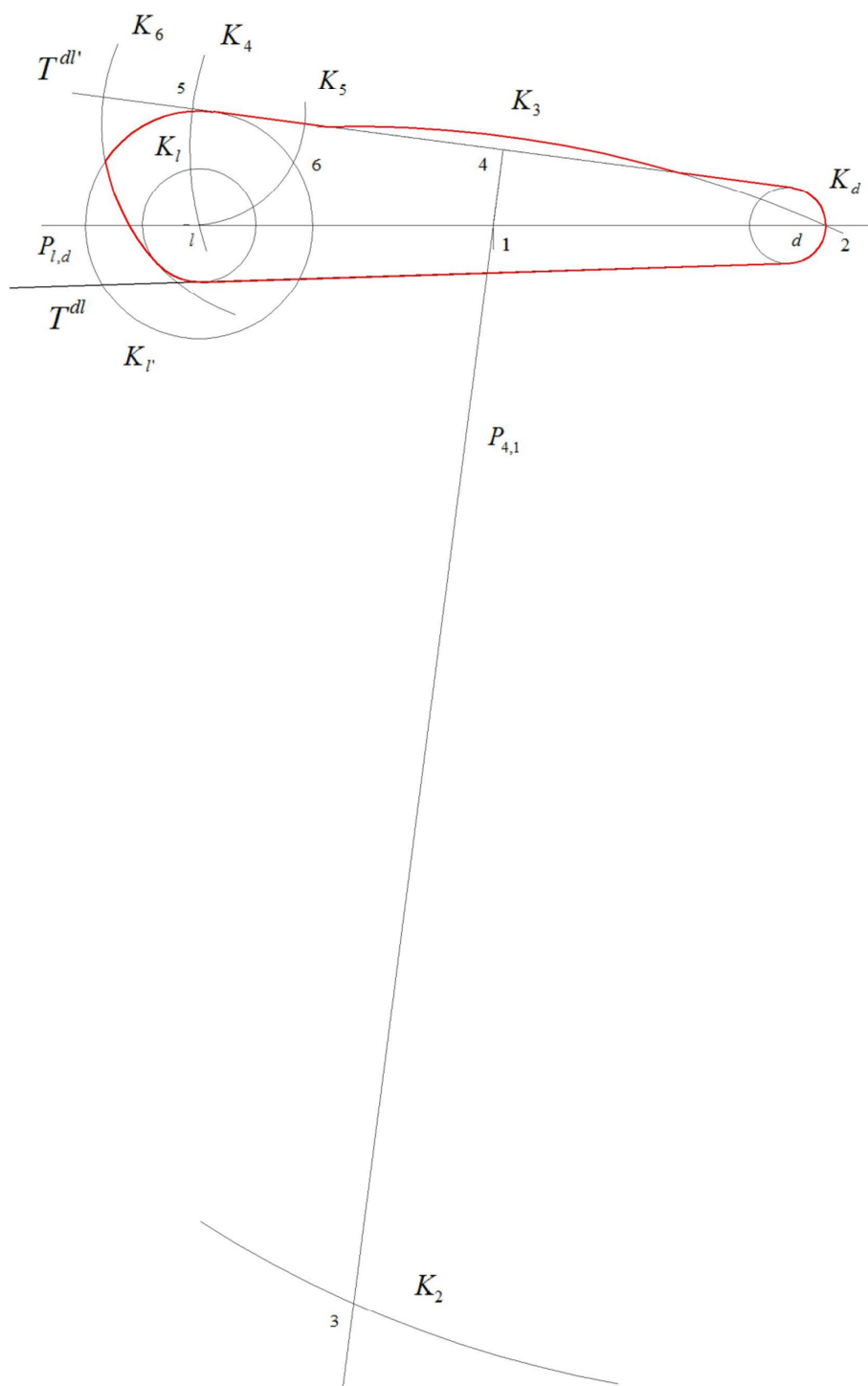
Tabulka 27 Konstrukce modelu lidského těla – Rameno ^[2]



Obrázek č. 26 Konstrukce modelu lidského těla – Rameno

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – PŘEDLOKTÍ Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|---|---|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímkou a vyznačíme body ld | ld | 15,97 | 28,25 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_d | r_d | 1,04 | 1,84 |
| 3. | Protnutím přímky $P_{l,d}$ s kružnicí K_d vznikne bod 2 | | | |
| 4. | Opíšeme kružnici K_l | r_l | 1,54 | 2,73 |
| 5. | Opíšeme kružnici $K_{l'}$ | $r_{l'} = 2 \times r_l$ | 3,08 | 5,46 |
| 6. | Rýsujeme tečnu T^{dl} a $T^{dl'}$ | | | |
| 7. | Narýsujeme osu úsečky ld a její střed v bodě 1 | $\frac{1}{2} ld = 1$ | 7,98 | 14,12 |
| 8. | Z bodu 1 spustíme kolmici k tečně $T^{dl'}$ a vyznačíme bod 4 | $ 14 \perp T^{dl'}$ | | |
| 9. | Prodloužením úsečky 41 vznikne přímka $P_{4,1}$ | | | |
| 10. | Opíšeme část kružnice K_2 | $r_2 = 2 \times ld $ | 31,93 | 56,49 |
| 11. | Protnutím K_2 s $P_{4,1}$ vznikne bod 3 | $K_2 \cap P_{4,1} = 3$ | | |
| 12. | Opíšeme část kružnice K_3 procházející bodem 2 | $r_3 = 23 $ | | |
| 13. | Opíšeme část kružnice K_4 procházející bodem l | $r_4 = 41 $ | | |
| 14. | Protnutím K_4 s $K_{l'}$ vznikne bod 5 | $K_4 \cap K_{l'} = 5$ | | |
| 15. | Opíšeme kružnici K_5 procházející bodem l | $r_5 = 5l $ | | |
| 16. | Protnutím K_5 s $K_{l'}$ vznikne bod 6 | $K_5 \cap K_{l'} = 6$ | | |
| 17. | Opíšeme část kružnice K_6 , která se dotýká K_l | | | |

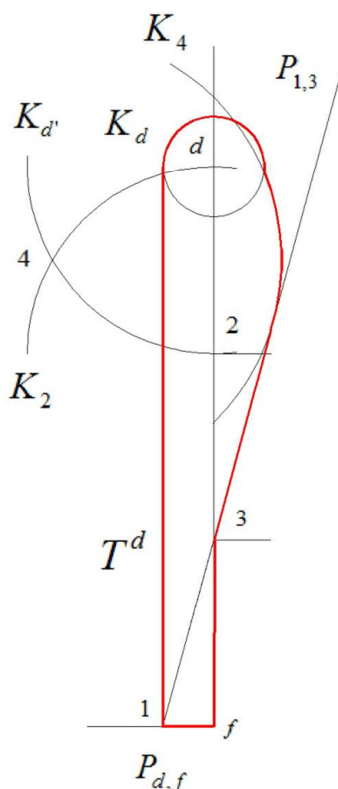
Tabulka 28 Konstrukce modelu lidského těla – předloktí ^[2]



Obrázek č. 27 Konstrukce modelu lidského těla – Předloktí

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – RUKA Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|--|---|--|------------------------------|-------------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímkou a vyznačíme body df | $ df $ | 11,47 | 20,28 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_d | r_d | 1,04 | 1,84 |
| 3. | Rýsujeme tečnu T^d | $T^d // P_{df}$ | | |
| 4. | V bodě f vztyčíme kolmici P_f , která protne T^d v bodě 1 | $P_{df} \perp P_f$ | | |
| 5. | Rozdělíme vzdálenost $ df $ na třetiny a vyznačíme body 2, 3 | $\frac{1}{3} df = 2$ $\frac{2}{3} df = 3$ | 3,82 | 6,76 |
| 6. | Spojením bodů 1, 3 vznikne spojnice $P_{1,3}$ | | | |
| 7. | Opíšeme kružnici K_2 | $r_2 = 2d $ | | |
| 8. | Opíšeme kružnici $K_{d'}$ | $r_{d'} = 2d $ | | |
| 9. | Vyznačíme průsečík kružnic K_2 a $K_{d'}$ v bodě 4 | $K_4 \cap K_{d'} = 4$ | | |
| 10. | Opíšeme část kružnice K_4 tečující přímkou $P_{1,3}$ | | | |

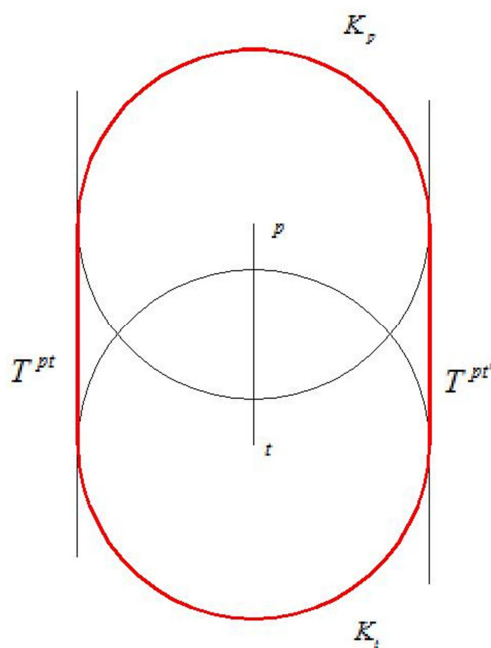
Tabulka 29 Konstrukce modelu lidského těla – ruka ^[2]



Obrázek č. 28 Konstrukce modelu lidského těla - Ruka

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – HÝŽDĚ Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|---|--|--------------------------------------|---|--|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímku a vyznačíme body pt | pt | 6,03 | 10,67 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_p | $r_p = 4/5 pt $ | 4,83 | 8,54 |
| 3. | Opíšeme kružnici K_t | $r_t = r_p$ | 4,83 | 8,54 |
| 4. | Rýsujeme tečny T^{pt} a $T^{pt'}$ | | | |

Tabulka 30 Konstrukce modelu lidského těla – Hýždě ^[2]



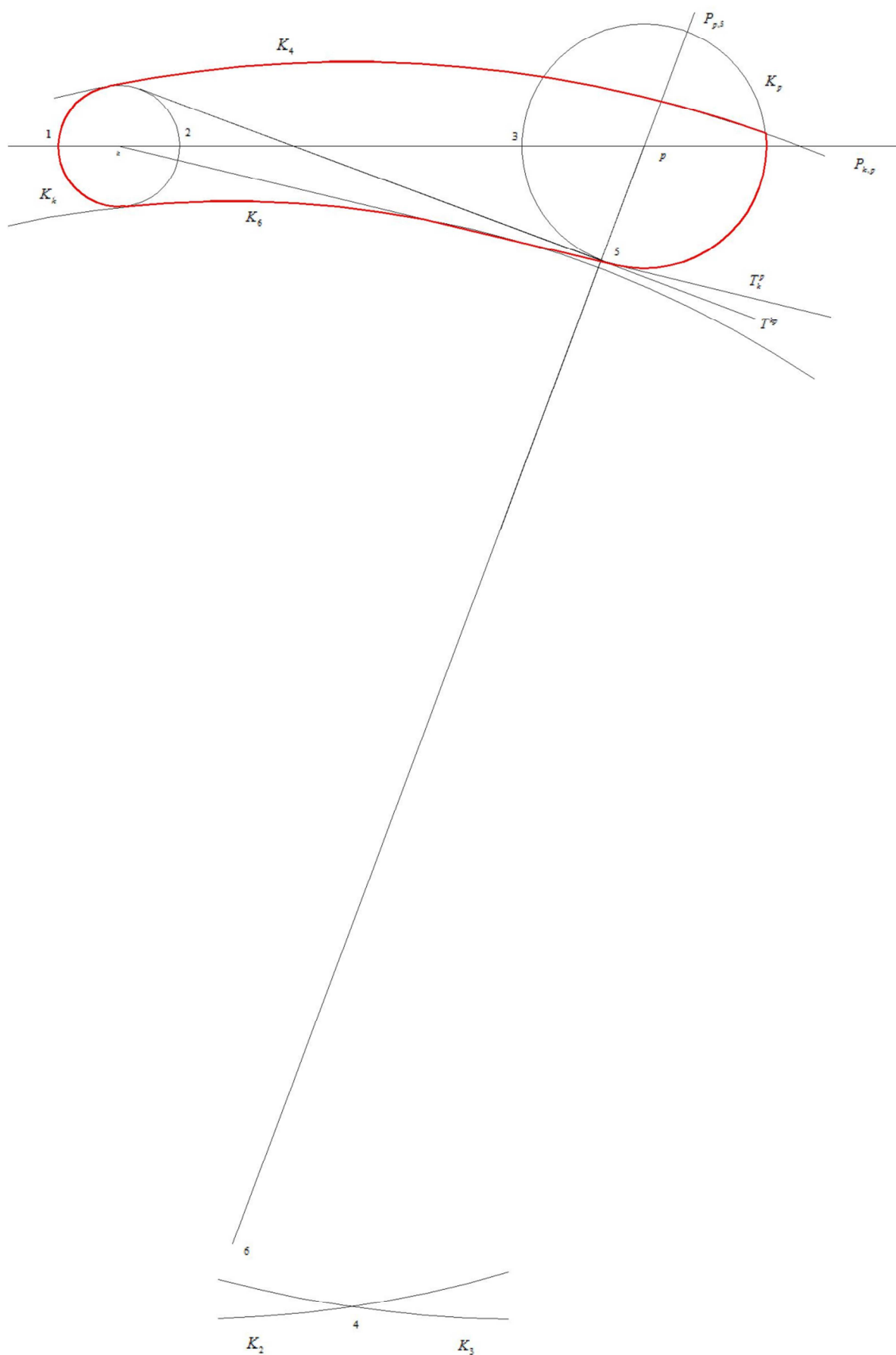
Obrázek č. 29 Konstrukce modelu lidského těla – Hýždě

KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – STEHNO

Literatura: Ing. Dr. J. Mašek

| | | | Proband 1 (176,9) | |
|------|--|---|-----------------------|------------------------|
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímku a vyznačíme body kp | kp | 26,17 | 46,29 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_k | r_k | 3,05 | 5,40 |
| 3. | Opíšeme kružnici K_p | r_p | 6,10 | 10,80 |
| 4. | Protnutím přímky $P_{k,p}$ s kružnicemi K_k a K_p vzniknou body 1, 2, 3 | $P_{k,p} \cap K_k = 1, 2$ $P_{k,p} \cap K_p = 3$ | | |
| 5. | Opíšeme část kružnic K_2 a K_3 | $r_2 = r_3 = 2 \times kp $ | 58,44 | 103,38 |
| 6. | K_2 protíná K_3 v bodě 4 | $K_2 \cap K_3 = 4$ | | |
| 7. | Opíšeme část kružnice K_4 , která se dotýká K_k | | | |
| 8. | Rýsujeme tečny T_k^p a T_{kp} | | | |
| 9. | Z bodu p spustíme kolmici na tečnu T_k^p , v místě protnutí K_p vznikne bod 5 | $P_{p,5} \cap K_p = 5$ | | |
| 10. | Na prodlouženou přímku $P_{p,5}$ nanese délku úsečky 56 | $ 56 = 2 \times kp $ | 52,33 | 92,58 |
| 11. | Opíšeme část kružnice K_6 , která se dotýká K_k | | | |

Tabulka 31 Konstrukce modelu lidského těla – Stehno ^[2]



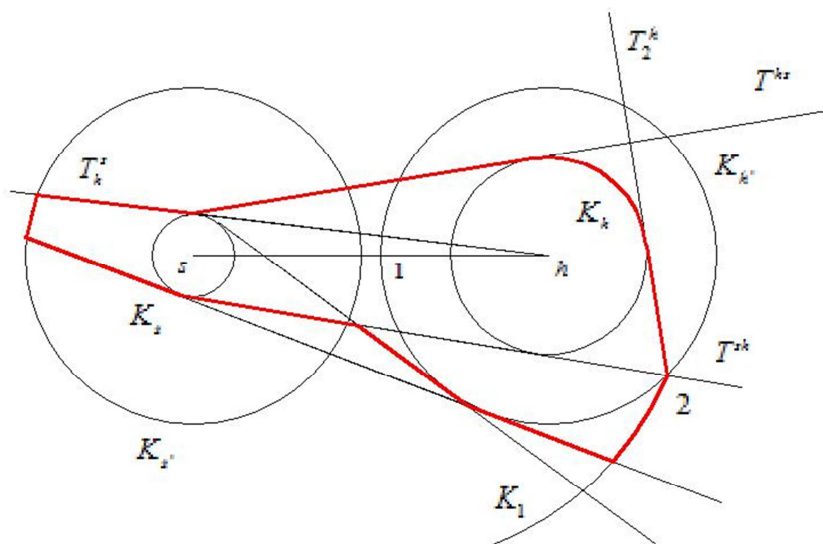
Obrázek č. 30 Konstrukce modelu lidského těla - Stehno

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – BÉREC Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|---|--|--|------------------------------|-------------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímkou a vyznačíme body hk | hk | 23,17 | 40,98 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_h | r_h | 2,44 | 4,32 |
| 3. | Opíšeme kružnici K_k | r_k | 3,05 | 5,40 |
| 4. | Protnutím prodloužené přímky $P_{h,k}$ s K_h a K_k vzniknou body 1, 2 | $P_{h,k} \cap K_h = 1$ $P_{h,k} \cap K_k = 2$ | | |
| 5. | V bodě k vztyčíme kolmici $P_{3,4}$, která protne K_k v bodech 3 a 4 | $P_{3,4} \cap K_k = 3$ $P_{3,4} \cap K_h = 4$ | | |
| 6. | V bodě h vztyčíme kolmici $P_{6,7}$, která protne K_h v bodech 6 a 7 | $P_{6,7} \cap K_h = 6$ $P_{6,7} \cap K_k = 7$ | | |
| 7. | Rozdělíme vzdálenost 3k na třetiny a ve $\frac{2}{3}$ vyznačíme bod 5 | $\frac{2}{3} 3k = 5$ | 2,03 | 3,60 |
| 8. | Opíšeme kružnici K_5 | $r_5 = r_k$ | 3,05 | 5,40 |
| 9. | Rozdělíme vzdálenost 6h na polovinu a vyznačíme bod 10 | $\frac{1}{2} 6h = 10$ | 1,22 | 2,16 |
| 10. | Rýsujeme tečnu T_{10}^k | | | |
| 11. | Na přímce $P_{6,7}$ nanese vzdálenost h8 | h8 = 2 x 12 | 61,42 | 108,66 |
| 12. | Opíšeme část kružnice K_8 | $r_8 = 2 \times 87 $ | 58,98 | 104,33 |
| 13. | Opíšeme část kružnice K_4 | $r_4 = hk / 3$ | 7,72 | 13,66 |
| 14. | K_8 protíná K_4 v bodě 9 | $K_8 \cap K_4 = 9$ | | |
| 15. | Bod 9 spojíme s bodem 4 | | | |
| 16. | Rýsujeme tečny T^{h5} a T^{hk} | | | |

Tabulka 32 Konstrukce modelu lidského těla – Bérec ^[2]

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – NOHA Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímkou a vyznačíme body sh | $ sh $ | 8,80 | 15,57 |
| 2. | Opíšeme kružnici K_h | r_h | 2,44 | 4,32 |
| 3. | Opíšeme kružnici K_s | r_s | 1,04 | 1,84 |
| 4. | Opíšeme kružnice $K_{s'}$ a $K_{h'}$ | $r_{s'} = r_{h'} = 4 \times r_s$ | 4,17 | 7,38 |
| 5. | Kružnice $K_{h'}$ protíná úsečku sh v bodě 1 | $K_{h'} \cap sh = 1$ | | |
| 6. | Rýsujeme tečnu T^{sh} , která protíná kružnici $K_{h'}$ v bodě 2 | $T^{sh} \cap K_{h'} = 2$ | | |
| 7. | Opíšeme kružnici K_1 | $r_1 = 12 $ | | |
| 8. | Dále rýsujeme tečny T^{hs} , T_h^s , T_2^h a 2 x $T^{sh'}$ | | | |

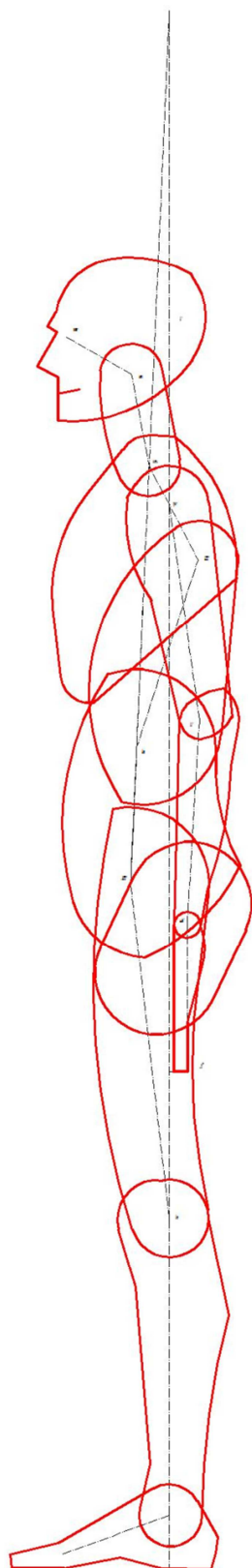
Tabulka 33 Konstrukce modelu lidského těla – Noha ^[2]



Obrázek č. 32 Konstrukce modelu lidského těla – Noha

| KONSTRUKCE MODELU LIDSKÉHO TĚLA – SESTAVENÍ MODELU Literatura: Ing. Dr. J. Mašek | | | | |
|--|--|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | | Proband 1 (176,9) | |
| P.č. | Charakteristika postupu | Konstrukční úsečky a kružnice | Proporční míra v [cc] | Výpočet rozměru v [cm] |
| 1. | Narýsujeme přímku a vyznačíme body hk | hk | 23,17 | 40,98 |
| 2. | Prodloužením úsečky hk vznikne přímka $P_{h,k}$ | | | |
| 3. | Úsečka kp je odchýlena od hk 7° | 7° | | |
| 4. | Vyznačíme bod p | kp | 26,17 | 46,29 |
| 5. | Bodem p vedeme přímku odchýlenou od hk o 3° | 3° | | |
| 6. | Vyznačíme bod n | pn | 32,70 | 57,85 |
| 7. | Vyznačíme bod b | pb | 10,73 | 18,99 |
| 8. | Vyznačíme bod r, který protíná přímku $P_{h,k}$ | nr | 3,39 | 6,00 |
| 9. | Úsečku nr protáhneme na obě strany | | | |
| 10. | Vyznačíme bod z | nz | 8,23 | 14,56 |
| 11. | Spojnice na svírá se spojnicí nz úhel $\approx 17^\circ$ | 17° | | |
| 12. | Vyznačíme bod a | na | 7,30 | 12,91 |
| 13. | Spojnice ao svírá s osou na úhel $\gamma 50^\circ$ | 50° | | |
| 14. | Vyznačíme bod o | ao | 5,80 | 10,26 |
| 15. | Bodem r vedeme přímku odchýlenou od pn o 10° | 10° | | |
| 16. | Vyznačíme bod l | rl | 16,97 | 30,01 |
| 17. | Bodem l vedeme přímku odchýlenou od kp o 10° | 10° | | |
| 18. | Vyznačíme bod d | ld | 15,97 | 28,25 |
| 19. | Osa ruky df je rovnoběžná s $P_{h,k}$ | df // $P_{h,k}$ | | |
| 20. | Vyznačíme bod f | df | 11,47 | 20,28 |
| 21. | Spojnice sh a hk svírají úhel $\gamma 110^\circ$ | 110° | | |
| 22. | Vyznačíme bod s | hs | 8,80 | 15,57 |
| 23. | Vzdálenost h od podložky | h podložka | 4,17 | 7,37 |

Tabulka 34 Konstrukce modelu lidského těla – Sestavení modelu ^[2]



Obrázek č. 33 Konstrukce modelu lidského těla - Sestavení modelu

Příloha 5

Porovnání rozměrů zjištěných na základě fotografie probanda a kontaktní metody měření pomocí výpočtu diferencí a minimální a maximální difference, o které se jednotlivé rozměry probandů neshodovaly. Tabulka 35 až 38 zobrazují statické a dynamické rozměry naměřené kontaktní metodou, zjišťování rozměrů na základě fotografie a diferenci mezi rozměry.

| Porovnání kontaktní metoda – fotografická metoda | | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------|-----------|------------------|---------------------|-----------|------------------|---------------------|-----------|
| | Proband 1 | | | Proband 2 | | | Proband 3 | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference |
| Výška trupu | 610 | 561 | 49 | 555 | 612 | -57 | 551 | 532 | 19 |
| Dynamická výška trupu 1 | 630 | 567 | 63 | 576 | 620 | -44 | 582 | 563 | 19 |
| Dynamická výška trupu 2 | 665 | 596 | 69 | 598 | 643 | -45 | 603 | 587 | 16 |
| Délka dolní končetiny | 930 | 917 | 13 | 890 | 894 | -4 | 960 | 932 | 28 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 992 | 975 | 17 | 941 | 946 | -5 | 968 | 940 | 28 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 952 | 933 | 19 | 989 | 993 | -4 | 1065 | 1038 | 27 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 171 | 142 | 29 | 149 | 153 | -4 | 169 | 185 | -16 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 287 | 245 | 42 | 301 | 305 | -4 | 252 | 266 | -14 |
| Minimum | | | 13 | | | -57 | | | -16 |
| Maximum | | | 69 | | | -4 | | | 28 |

Tabulka 35 Porovnání kontaktní metody a fotografické metody 1

| Porovnání kontaktní metoda - fotografická metoda | | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------|-----------|------------------|---------------------|-----------|------------------|---------------------|-----------|
| | Proband 4 | | | Proband 5 | | | Proband 6 | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference |
| Výška trupu | 565 | 574 | -9 | 545 | 595 | -50 | 596 | 628 | -32 |
| Dynamická výška trupu 1 | 594 | 606 | -12 | 583 | 634 | -51 | 612 | 644 | -32 |
| Dynamická výška trupu 2 | 621 | 632 | -11 | 602 | 652 | -50 | 637 | 670 | -33 |
| Délka dolní končetiny | 930 | 936 | -6 | 930 | 860 | 70 | 960 | 864 | 96 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 938 | 942 | -4 | 935 | 866 | 69 | 1038 | 942 | 96 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 1034 | 1043 | -9 | 1032 | 964 | 68 | 1089 | 996 | 93 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 146 | 148 | -2 | 143 | 136 | 7 | 159 | 153 | 6 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 255 | 257 | -2 | 244 | 237 | 7 | 267 | 261 | 6 |
| Minimum | | | -12 | | | -51 | | | -33 |
| Maximum | | | -2 | | | 70 | | | 96 |

Tabulka 36 Porovnání kontaktní metody - fotografické metody 2

| Porovnání kontaktní metoda - fotografická metoda | | | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------|-----------|------------------|---------------------|-----------|------------------|---------------------|-----------|
| | Proband 7 | | | Proband 8 | | | Proband 9 | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference |
| Výška trupu | 560 | 528 | 32 | 600 | 593 | 7 | 520 | 626 | -106 |
| Dynamická výška trupu 1 | 575 | 540 | 35 | 640 | 632 | 8 | 555 | 654 | -99 |
| Dynamická výška trupu 2 | 613 | 584 | 29 | 658 | 647 | 11 | 571 | 681 | -110 |
| Délka dolní končetiny | 910 | 837 | 73 | 960 | 881 | 79 | 850 | 827 | 23 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 962 | 894 | 68 | 1012 | 936 | 76 | 904 | 882 | 22 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 975 | 905 | 70 | 1069 | 991 | 78 | 952 | 933 | 19 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 141 | 138 | 3 | 160 | 131 | 29 | 135 | 125 | 10 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 253 | 239 | 14 | 264 | 235 | 29 | 227 | 218 | 9 |
| Minimum | | | 3 | | | 7 | | | -110 |
| Maximum | | | 73 | | | 79 | | | 23 |

Tabulka 37 Porovnání kontaktní metody - fotografické metody 3

| Porovnání kontaktní metoda - fotografická metoda | | | | | | |
|--|------------------|---------------------|-----------|-------------------|---------------------|-----------|
| | Proband 10 | | | Proband 11 - žena | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference | Kontaktní metoda | Fotografická metoda | Diference |
| Výška trupu | 645 | 546 | 99 | 560 | 558 | 2 |
| Dynamická výška trupu 1 | 676 | 579 | 97 | 589 | 585 | 4 |
| Dynamická výška trupu 2 | 701 | 603 | 98 | 612 | 609 | 3 |
| Délka dolní končetiny | 980 | 867 | 113 | 850 | 761 | 89 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 1037 | 927 | 110 | 904 | 817 | 87 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 1098 | 986 | 112 | 951 | 863 | 88 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 181 | 165 | 16 | 150 | 139 | 11 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 290 | 278 | 12 | 252 | 243 | 9 |
| Minimum | | | 12 | | | 2 |
| Maximum | | | 113 | | | 89 |

Tabulka 38 Porovnání kontaktní metody - fotografické metody 4

Příloha 6

Porovnání rozměrů makety lidského těla a kontaktní metody měření pomocí výpočtu diferencí a minimální a maximální difference, o které se jednotlivé rozměry probandů neshodovaly. Tabulka 39 až 40 zobrazují statické a dynamické rozměry naměřené kontaktní metodou, poté rozměry naměřené na maketě a diferenci mezi rozměry.

| Porovnání kontaktní metoda – maketa lidského těla | | | | | | | | | |
|---|------------------|--------|-----------|------------------|--------|-----------|------------------|--------|-----------|
| | Proband 1 | | | Proband 2 | | | Proband 3 | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Maketa | Diference | Kontaktní metoda | Maketa | Diference | Kontaktní metoda | Maketa | Diference |
| Výška trupu | 610 | 619 | -9 | 555 | 565 | -10 | 551 | 518 | 33 |
| Dynamická výška trupu 1 | 630 | 636 | -6 | 576 | 587 | -11 | 582 | 551 | 31 |
| Dynamická výška trupu 2 | 665 | 672 | -7 | 598 | 623 | -25 | 603 | 575 | 28 |
| Délka dolní končetiny | 930 | 943 | -13 | 890 | 905 | -15 | 960 | 969 | -9 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 992 | 952 | 40 | 941 | 957 | -16 | 968 | 976 | -8 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 952 | 1058 | -106 | 989 | 1004 | -15 | 1065 | 1077 | -12 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 171 | 176 | -5 | 149 | 157 | -8 | 169 | 173 | -4 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 287 | 291 | -4 | 301 | 312 | -11 | 252 | 258 | -6 |
| Průměrná difference | | | -106 | | | -25 | | | -12 |
| | | | 40 | | | -8 | | | 33 |

Tabulka 39 Porovnání kontaktní metoda a maketa lidského těla 1

| Porovnání kontaktní metoda - maketa lidského těla | | | | | | | | | |
|---|------------------|--------|-----------|------------------|--------|-----------|------------------|--------|-----------|
| | Proband 4 | | | Proband 5 | | | Proband 6 | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Maketa | Diference | Kontaktní metoda | Maketa | Diference | Kontaktní metoda | Maketa | Diference |
| Výška trupu | 565 | 572 | -7 | 545 | 555 | -10 | 596 | 624 | -28 |
| Dynamická výška trupu 1 | 594 | 603 | -9 | 583 | 592 | -9 | 612 | 642 | -30 |
| Dynamická výška trupu 2 | 621 | 630 | -9 | 602 | 614 | -12 | 637 | 666 | -29 |
| Délka dolní končetiny | 930 | 945 | -15 | 930 | 937 | -7 | 960 | 951 | 9 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 938 | 951 | -13 | 935 | 941 | -6 | 1038 | 1031 | 7 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 1034 | 1052 | -18 | 1032 | 1042 | -10 | 1089 | 1084 | 5 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 146 | 158 | -12 | 143 | 154 | -11 | 159 | 169 | -10 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 255 | 266 | -11 | 244 | 256 | -12 | 267 | 279 | -12 |
| Minimum | | | -18 | | | -12 | | | -30 |
| Maximum | | | -7 | | | -6 | | | 9 |

Tabulka 40 Porovnání kontaktní metoda a maketa lidského těla 2

| Porovnání kontaktní metoda – maketa lidského těla | | | | | | | | | |
|---|------------------|--------|-----------|------------------|--------|-----------|------------------|--------|-----------|
| | Proband 7 | | | Proband 8 | | | Proband 9 | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Maketa | Diference | Kontaktní metoda | Maketa | Diference | Kontaktní metoda | Maketa | Diference |
| Výška trupu | 560 | 569 | -9 | 600 | 609 | -9 | 520 | 530 | -10 |
| Dynamická výška trupu 1 | 575 | 582 | -7 | 640 | 646 | -6 | 555 | 562 | -7 |
| Dynamická výška trupu 2 | 613 | 624 | -11 | 658 | 665 | -7 | 571 | 585 | -14 |
| Délka dolní končetiny | 910 | 929 | -19 | 960 | 968 | -8 | 850 | 867 | -17 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 962 | 984 | -22 | 1012 | 1026 | -14 | 904 | 925 | -21 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 975 | 993 | -18 | 1069 | 1081 | -12 | 952 | 973 | -21 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 141 | 157 | -16 | 160 | 169 | -9 | 135 | 146 | -11 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 253 | 257 | -4 | 264 | 274 | -10 | 227 | 237 | -10 |
| Minimum | | | -22 | | | -14 | | | -21 |
| Maximum | | | -4 | | | -6 | | | -7 |

Tabulka 41 Porovnání kontaktní metoda a maketa lidského těla 3

| Porovnání kontaktní metoda – maketa lidského těla | | | | | | |
|---|------------------|--------|-----------|-------------------|--------|-----------|
| | Proband 10 | | | Proband 11 - žena | | |
| Tělesný rozměr [mm] | Kontaktní metoda | Maketa | Diference | Kontaktní metoda | Maketa | Diference |
| Výška trupu | 645 | 655 | -10 | 560 | 568 | -8 |
| Dynamická výška trupu 1 | 676 | 688 | -12 | 589 | 599 | -10 |
| Dynamická výška trupu 2 | 701 | 713 | -12 | 612 | 623 | -11 |
| Délka dolní končetiny | 980 | 984 | -4 | 850 | 857 | -7 |
| Prodloužení dolní končetiny 1 | 1037 | 1043 | -6 | 904 | 913 | -9 |
| Prodloužení dolní končetiny 2 | 1098 | 1104 | -6 | 951 | 960 | -9 |
| Boční hloubka sedu (vstoje) | 181 | 184 | -3 | 150 | 158 | -8 |
| Boční hloubka sedu (vsedě) | 290 | 295 | -5 | 252 | 259 | -7 |
| Minimum | | | -12 | | | -11 |
| Maximum | | | -3 | | | -7 |

Tabulka 42 Porovnání kontaktní metoda a maketa lidského těla 4